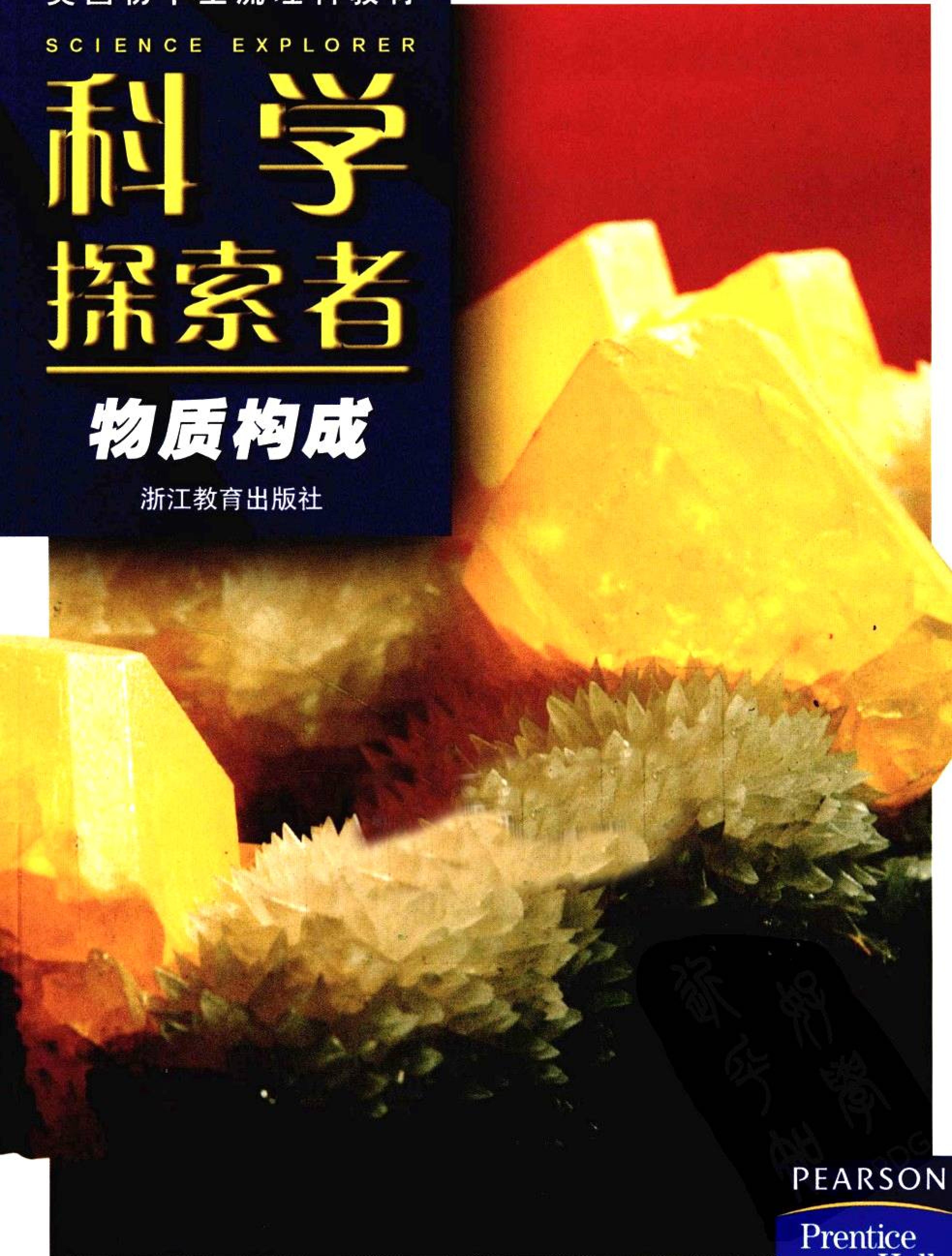
美国初中主流理科教材

SCIENCE EXPLORER

科学探索者

物质构成

浙江教育出版社



PEARSON

Prentice Hall

美国初中主流理科教材
SCIENCE EXPLORER
科学探索者

美国初中主流理科教材

新课标、新理念、新学法的最佳参考用书

■ 探索科学奥秘

■ 指导研究性学习

■ 知识能力方法并重

■ 动手动脑趣味无穷



科学探索者

运动、力与能量
地球上的水
声与光
电与磁
天文学
化学反应
物质构成
环境科学
从细菌到植物
细胞与遗传
动物
人体生理卫生
地球内部
地表的演变
天气与气候
科学探究
法庭科学

PEARSON Education

培生教育集团原版
20余个发达国家选用

ISBN 978-7-5338-8042-
9 787533 880422 >
定 价：22.00 元

图书在版编目(CIP)数据

科学探索者．物质构成／(美)帕迪利亚(Padilla,M.J.)主编；华曦、车木、张学勤译．—2版．—杭州：浙江教育出版社，2010.3（2010.12重印）
ISBN 978-7-5338-8042-2

Ⅰ．①科… Ⅱ．①帕… ②华… ③车… ④张… Ⅲ．①物质－构成－初中－课外读物 Ⅳ．①G634.73

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第032054号

科学探索者

物质构成（第二版）

○ 出版发行　浙江教育出版社(杭州天目山路40号　邮编310013)
○ 原 著 名　Science Explorer Chemical Building Blocks
○ 原 出 版　PRENTICE HALL
○ 翻　　译　华　曦　车　木　张学勤
○ 责任编辑　邱连根
○ 封面设计　曾国兴　韩　波
○ 责任校对　雷　坚
○ 责任印务　温劲风
○ 图文制作　杭州万方图书有限公司

▷ 印　　刷　杭州富春印务有限公司
▷ 开　　本　710 × 1000　1/16
▷ 印　　张　11
▷ 字　　数　220 000
▷ 版　　次　2010年3月第2版
▷ 印　　次　2010年12月第14次
▷ 印　　数　105 001-117 000
▷ 标准书号　ISBN 978-7-5338-8042-2
▷ 定　　价　22.00元

联系电话：0571-85170300-80928
e-mail：zjjy@zjcb.com

本书参考答案请上网查阅。
网址：www.zjeph.com

美国初中主流理科教材

SCIENCE EXPLORER

科学探索者

物质构成



浙江教育出版社

科学探索者

物质构成

Program Resources
Student Edition
Annotated Teacher's Edition
Teaching Resources Book with Color Transparencies
From Bacteria to Plants Materials Kits

Program Components
Integrated Science Laboratory Manual
Integrated Science Laboratory Manual, Teacher's Edition
Inquiry Skills Activity Book
Student-Centered Science Activity Books
Program Planning Guide
Guided Reading English Audiotapes
Guided Reading Spanish Audiotapes and Summaries
Product Testing Activities by Consumer Reports™
Event-Based Science Series (NSF funded)
Prentice Hall Interdisciplinary Explorations
Cobblestone, Odyssey, Calliope, and *Faces* Magazines

Media/Technology
Science Explorer Interactive Student Tutorial CD-ROMs
Odyssey of Discovery CD-ROMs
Resource Pro® (Teaching Resources on CD-ROM)
Assessment Resources CD-ROM with Dial-A-Test®
Internet site at www. science-explorer. phschool. com
Life, Earth, and Physical Science Videodiscs
Life, Earth, and Physical Science Videotapes

科学探索者

Staff Credits

The people who made up the *Science Explorer* team – representing editorial,editorial services, design services, field marketing, market research, marketing services, on-line services/multimedia development, product marketing, production services, and publishing processes – are listed below. Bold type denotes core team members.

Kristen E. Ball, **Barbara A. Bertell,** Peter W. Brooks, **Christopher R. Brown, Greg Cantone,** Jonathan Cheney, **Patrick Finbarr Connolly,** Loree Franz, Donald P. Gagnon, Jr., **Paul J. Gagnon, Joel Gendler,** Elizabeth Good, Kerri Hoar, **Linda D. Johnson,** Katherine M. Kotik, Russ Lappa, Marilyn Leitao, David Lippman, **Eve Melnechuk, Natania Mlawer,** Paul W. Murphy, **Cindy A. Noftle,** Julia F. Osborne, Caroline M. Power, Suzanne J. Schineller, **Susan W. Tafler,** Kira Thaler-Marbit, Robin L. Santel, Ronald Schachter, **Mark Tricca,** Diane Walsh, Pearl B. Weinstein, Beth Norman Winickoff

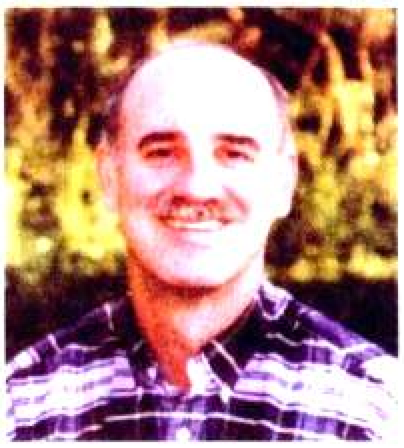
Acknowledgment for page 143: Excerpt from *The Iron Peacock* by Mary stetson clarke. Copyright ©1966 by Stetson Clarke. Published by Viking Press

ISBN 0-13-434480-4
5 6 7 8 9 10 03 02 01 00



封面：硫晶体。硫是组成物质的多种元素中的一种

Program Authors



Michael J. Padilla, Ph.D.
Professor
Department of Science Education
University of Georgia
Athens, Georgia

Michael Padilla is a leader in middle school science education. He has served as an editor and elected officer for the National Science Teachers Association. He has been principal investigator of several National Science Foundation and Eisenhower grants and served as a writer of the National Science Education Standards.

As lead author of *Science Explorer*, Mike has inspired the team in developing a program that meets the needs of middle grades students, promotes science inquiry, and is aligned with the National Science Education Standards.



Ioannis Miaoulis, Ph.D.
Dean of Engineering
College of Engineering
Tufts University
Medford, Massachusetts

Martha Cyr, Ph.D.
Director, Engineering Educational Outreach
College of Engineering
Tufts University
Medford, Massachusetts

Science Explorer was created in collaboration with the College of Engineering at Tufts University. Tufts has an extensive engineering outreach program that uses engineering design and construction to excite and motivate students and teachers in science and technology education.

Faculty from Tufts University participated in the development of *Science Explorer* chapter projects, reviewed the student books for content accuracy, and helped coordinate field testing.

每章课题

Book Author

David V. Frank, Ph. D.
Head, Department of Physical Sciences
Ferris State University
Big Rapids, Michigan

John G. Little
Science Teacher
St, Mary,s High School
stockton, California

Steve
Science Writer
State College, Pennsylvania

Contributing Writers

Thomas L. Messer
Science Teacher
Cape Cod Academy
Osterville, Massachusetts

Thomas R. Wellmitz
Science Teacher
The Paideia School
Atlanta, Georgia

Reading Consultant

Bonnie B. Armbruster, Ph.D.
Department of Curriculum and Instruction
University of Illinois
Champaign, Illinois

Interdisciplinary Consultant

Heidi Hayes Jacobs, Ed.D.
Teacher's College
Columbia University
New York, New York

Safety Consultants

W. H. Breazeale, Ph.D.
Department of Chemistry
College of Charleston
Charleston, South Carolina

Ruth Hathaway, Ph.D.
Hathaway Consulting
Cape Girar deau, Missouri

Tufts University Program Reviewers

Behrouz Abedian, Ph.D.
Department of Mechanical Engineering

Wayne Chudyk, Ph.D.
Department of Civil and Environmental Engineering

Eliana De Bernardez-Clark, Ph.D.
Department of Chemical Engineering

Anne Marie Desmarais, Ph.D.
Department of Civil and Environmental Engineering

David L. Kaplan, Ph.D.
Department of Chemical Engineering

Paul Kelley, Ph.D.
Department of Electro-Optics

George S. Mumford, Ph.D.
Professor of Astronomy, Emeritus

Jan A. Pechenik, Ph.D.
Department of Biology

Livia Racz, Ph.D.
Department of Mechanical Engineering

Robert Rifkin, M.D.
School of Medicine

Jack Ridge, Ph.D.
Department of Geology

Chris Swan, Ph.D.
Department of Civil and Environmental Engineering

Peter Y. Wong, Ph.D.
Department of Mechanical Engineering

Content Reviewers

Jack W. Beal, Ph.D.
Department of Physics
Fairfield University
Fairfield, Connecticut

W. Russell Blake, Ph.D.
Planetarium Director
Plymouth Community Intermediate School
Plymouth, Massachusetts

Howard E. Buhse, Jr., Ph.D.
Department of Biological Sciences
University of Illinois
Chicago, Illinois

Dawn Smith Burgess, Ph.D.
Department of Geophysics
Stanford University
Stanford, California

A. Malcolm Campbell, Ph.D.
Assistant Professor
Davidson College
Davidson, North Carolina

Elizabeth A. De Stasio, Ph.D.
Associate Professor of Biology
Lawrence University
Appleton, Wisconsin

John M. Fowler, Ph.D.
Former Director of Special Projects
National Science Teacher's Association
Arlington, Virginia

Jonathan Gitlin, M.D.
School of Medicine
Washington University
St. Louis, Missouri

Dawn Graff-Haight, Ph.D., CHES
Department of Health, Human Performance, and Athletics
Linfield College
McMinnville, Oregon

Deborah L. Gumucio, Ph.D.
Associate Professor
Department of Anatomy and Cell Biology
University of Michigan
Ann Arbor, Michigan

William S. Harwood, Ph.D.
Dean of University Division and Associate Professor of Education
Indiana University
Bloomington, Indiana

Cyndy Henzel, Ph.D.
Department of Geography and Regional Development
University of Arizona
Tucson, Arizona

Greg Hutton
Science and Health Curriculum Coordinator
School Board of Sarasota County
Sarasota, Florida

Susan K. Jacobson, Ph.D.
Department of Wildlife Ecology and Conservation
University of Florida
Gainesville, Florida

Judy Jernstedt, Ph.D.
Department of Agronomy and Range Science
University of California, Davis
Davis, California

John L. Kermond, Ph.D.
Office of Global Programs
National Oceanographic and Atmospheric Administration
Silver Spring, Maryland

David E. LaHart, Ph.D.
Institute of Science and Public Affairs
Florida State University
Tallahassee, Florida

Joe Leverich, Ph.D.
Department of Biology
St. Louis University
St. Louis, Missouri

Dennis K. Lieu, Ph.D.
Department of Mechanical Engineering
University of California
Berkeley, California

Cynthia J. Moore, Ph.D.
Science Outreach Coordinator
Washington University
St. Louis, Missouri

Joseph M. Moran, Ph.D.
Department of Earth Science
University of Wisconsin–Green Bay
Green Bay, Wisconsin

Joseph Stukey, Ph.D.
Department of Biology
Hope College
Holland, Michigan

Seetha Subramanian
Lexington Community College
University of Kentucky
Lexington, Kentucky

Carl L. Thurman, Ph.D.
Department of Biology
University of Northern Iowa
Cedar Falls, Iowa

Edward D. Walton, Ph.D.
Department of Chemistry
California State Polytechnic University
Pomona, California

Robert S. Young, Ph.D.
Department of Geosciences and Natural Resource Management
Western Carolina University
Cullowhee, North Carolina

Edward J. Zalisko, Ph.D.
Department of Biology
Blackburn College
Carlinville, Illinois

Teacher Reviewers

Stephanie Anderson
Sierra Vista Junior High School
Canyon Country, California

John W. Anson
Mesa Intermediate School
Palmdale, California

Pamela Arline
Lake Taylor Middle School
Norfolk, Virginia

Lynn Beason
College Station Jr. High School
College Station, Texas

Richard Bothmer
Hollis School District
Hollis, New Hampshire

Jeffrey C. Callister
Newburgh Free Academy
Newburgh, New York

Judy D'Albert
Harvard Day School
Corona Del Mar, California

Betty Scott Dean
Guilford County Schools
McLeansville, North Carolina

Sarah C. Duff
Baltimore City Public Schools
Baltimore, Maryland

Melody Law Ewey
Holmes Junior High School
Davis, California

Sherry L. Fisher
Lake Zurich Middle School North
Lake Zurich, Illinois

Melissa Gibbons
Fort Worth ISD
Fort Worth, Texas

Debra J. Goodding
Kraemer Middle School
Placentia, California

Jack Grande
Weber Middle School
Port Washington, New York

Steve Hills
Riverside Middle School
Grand Rapids, Michigan

Carol Ann Lionello
Kraemer Middle School
Placentia, California

Jaime A. Morales
Henry T. Gage Middle School
Huntington Park, California

Patsy Partin
Cameron Middle School
Nashville, Tennessee

Deedra H. Robinson
Newport News Public Schools
Newport News, Virginia

Bonnie Scott
Clack Middle School
Abilene, Texas

Charles M. Sears
Belzer Middle School
Indianapolis, Indiana

Barbara M. Strange
Ferndale Middle School
High Point, North Carolina

Jackie Louise Ulfig
Ford Middle School
Allen, Texas

Kathy Usina
Belzer Middle School
Indianapolis, Indiana

Heidi M. von Oetinger
L'Anse Creuse Public School
Harrison Township, Michigan

Pam Watson
Hill Country Middle School
Austin, Texas

Activity Field Testers

Nicki Bibbo
Russell Street School
Littleton, Massachusetts

Connie Boone
Fletcher Middle School
Jacksonville Beach, Florida

Rose-Marie Botting
Broward County School District
Fort Lauderdale, Florida

Colleen Campos
Laredo Middle School
Aurora, Colorado

Elizabeth Chait
W. L. Chenery Middle School
Belmont, Massachusetts

Holly Estes
Hale Middle School
Stow, Massachusetts

Laura Hapgood
Plymouth Community Intermediate School
Plymouth, Massachusetts

Sandra M. Harris
Winman Junior High School
Warwick, Rhode Island

Jason Ho
Walter Reed Middle School
Los Angeles, California

Joanne Jackson
Winman Junior High School
Warwick, Rhode Island

Mary F. Lavin
Plymouth Community Intermediate School
Plymouth, Massachusetts

James MacNeil, Ph.D.
Concord Public Schools
Concord, Massachusetts

Lauren Magruder
St. Michael's Country Day School
Newport, Rhode Island

Jeanne Maurand
Glen Urquhart School
Beverly Farms, Massachusetts

Warren Phillips
Plymouth Community Intermediate School
Plymouth, Massachusetts

Carol Pirtle
Hale Middle School
Stow, Massachusetts

Kathleen M. Poe
Kirby-Smith Middle School
Jacksonville, Florida

Cynthia B. Pope
Ruffner Middle School
Norfolk, Virginia

Anne Scammell
Geneva Middle School
Geneva, New York

Karen Riley Sievers
Callanan Middle School
Des Moines, Iowa

David M. Smith
Howard A. Eyer Middle School
Macungie, Pennsylvania

Derek Strohschneider
Plymouth Community Intermediate School
Plymouth, Massachusetts

Sallie Teames
Rosemont Middle School
Fort Worth, Texas

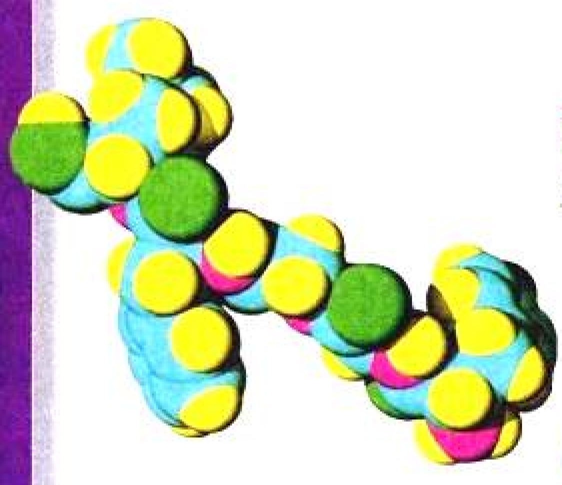
Gene Vitale
Parkland Middle School
McHenry, Illinois

Zenovia Young
Meyer Levin Junior High School (IS 285)
Brooklyn, New York

科学探索者

物质构成

目录







活动

学科探索

每章课题

探索活动

增进技能



试一试

技能实验室

(探索技能强化)

生活实验室

跨学科探索

科学与历史

科学与社会

链　接

来自植物的化学品



你是否考虑过以玉米为能源来发动汽车？你是否喝过用植物制作的苏打水？你是否能以农民们收获的玉米为原料生产一种非常有效的专除油漆的化学品？

现在，你完全能做到这一切，为此我们要感谢像R.达特这样的科学家。达特博士专门研究如何从植物中获得有用的化学品的方法，他的发现将有助于人类获得更加清新美好的自然环境。

达特博士是设在依利诺斯州阿戈纳国家实验室的化学工程师。几年来，他一直从事于从天然植物中提取某些物质来生产有用产品的研究，一直致力于寻找将玉米转化成称为酒精汽油的汽车燃料的方法，也一直在研究如何利用植物来生产高效药物，他甚至还研究以玉米为原料生产服装面料，这种面料具有良好的弹性，可制作供运动员穿的运动服。达特博士出生于印度北部，早在读小学的时候，就对科学充满好奇。他说：“我一直对植物以及生物的化学作用非常感兴趣，那是因为我总是非常关心化学品对环境的影响。”



R.达特出生于印度新德里北部。他对科学的兴趣来自于其数学家父亲的激励和影响。1970年R.达特来到美国并在普林斯顿大学获得了化学工程博士学位。现在他在依利诺斯州的阿戈纳国家实验室从事科研工作。他在业余时间喜欢打网球、徒步旅行和骑自行车。他也喜欢演奏一种名为sitar的印度弦乐器(称为印度鲁特琴，类似于中国的琵琶)。他还特别喜爱歌剧。

与R.达特博士的对话

以植物为原料生产的化学品安全吗?

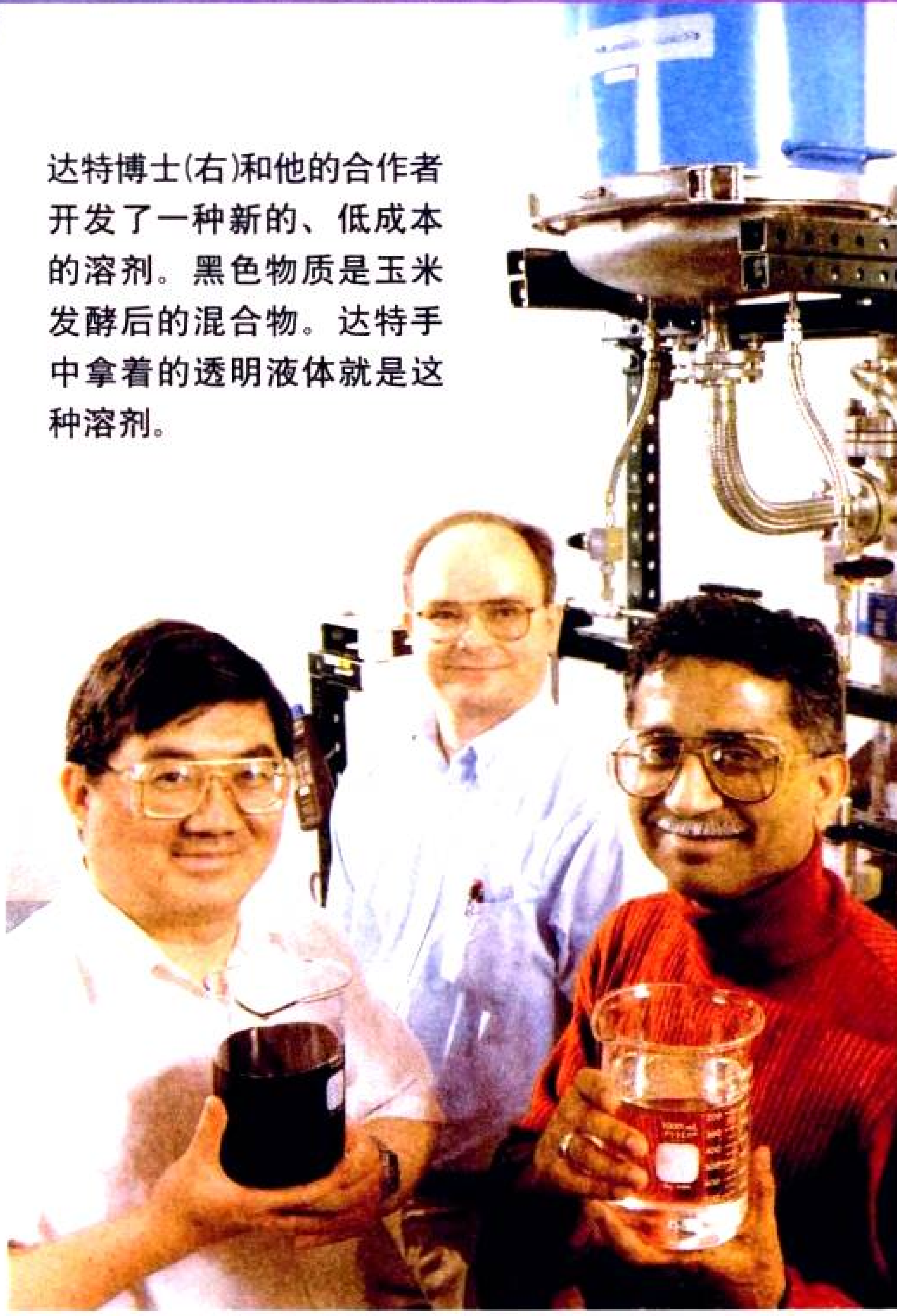
用谷物生产的化学品称为农作物化学品(agrochemicals),达特博士称之为“来自农业的化学品”。许多农作物化学品对环境的破坏远远低于以石油为原料生产的化学品。因为尽管某些农作物化学品对我们人类可能是有害的,但大部分却是对人类无毒无害的。

因为农作物化学品是以植物为原料生产的,因此像自然界能将枯死的植物分解处理掉一样,自然界同样也能将农作物化学品分解,使其消失。试想,当一棵树倒地后会发生什么?极小的微生物在该树的树叶和树枝上开始工作,直到该树完全腐烂掉。大部分由农作物化学品生产的产品也会发生同样的情况。例如,一个以谷物为原料生产的化学品所制作的手袋只要填埋几个星期就很快被分解并最终完全消失。相反,一个由石化产品(petrochemicals)——该类化学品是以石油为原料生产的——制作的塑料手袋可能会残存成百上千年而不腐烂消失。

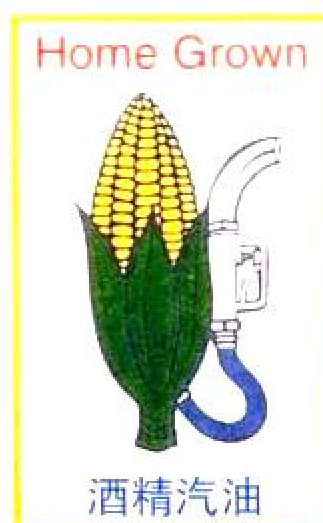
转换碳水化合物

生产许多农作物化学品的初始原料是富含能量的碳水化合物,如糖和淀粉。将玉米中的碳水化合物转化并合成能用于制作塑料的农作物化学品。为了达到这一目的,他需要微生物——细菌的帮助。他介绍说,首先将特种细菌放入装满玉米的大瓦罐,细菌通过发酵将玉米中的碳水化合物转换成酸,然后用这种酸制造农作物化学品。

达特博士说:“细菌为我们做了将碳水化合物转化成有用分子的所有工作。但对我们而言,最艰难的工作还在后面,发酵过程产生的酿造物是含有各种成分的混合物,我们必须要找到一种方法,将其中我们需要的成分(物质)从这些混合物中分离出来。

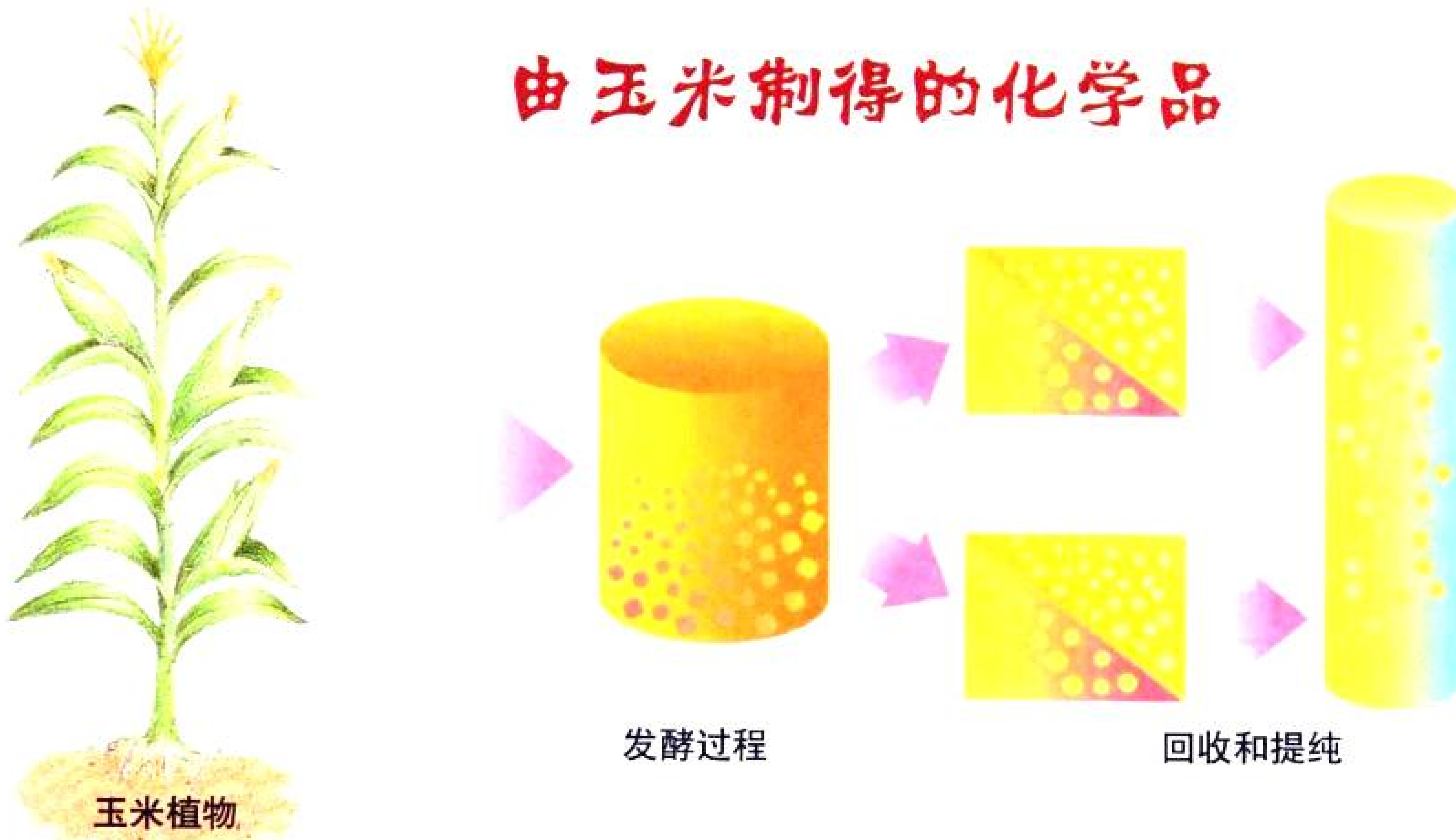


达特博士(右)和他的合作者开发了一种新的、低成本的溶剂。黑色物质是玉米发酵后的混合物。达特手中拿着的透明液体就是这种溶剂。



这是标在汽油泵上的宣传酒精汽油的广告。

由玉米制得的化学品



由玉米制造油漆清除剂

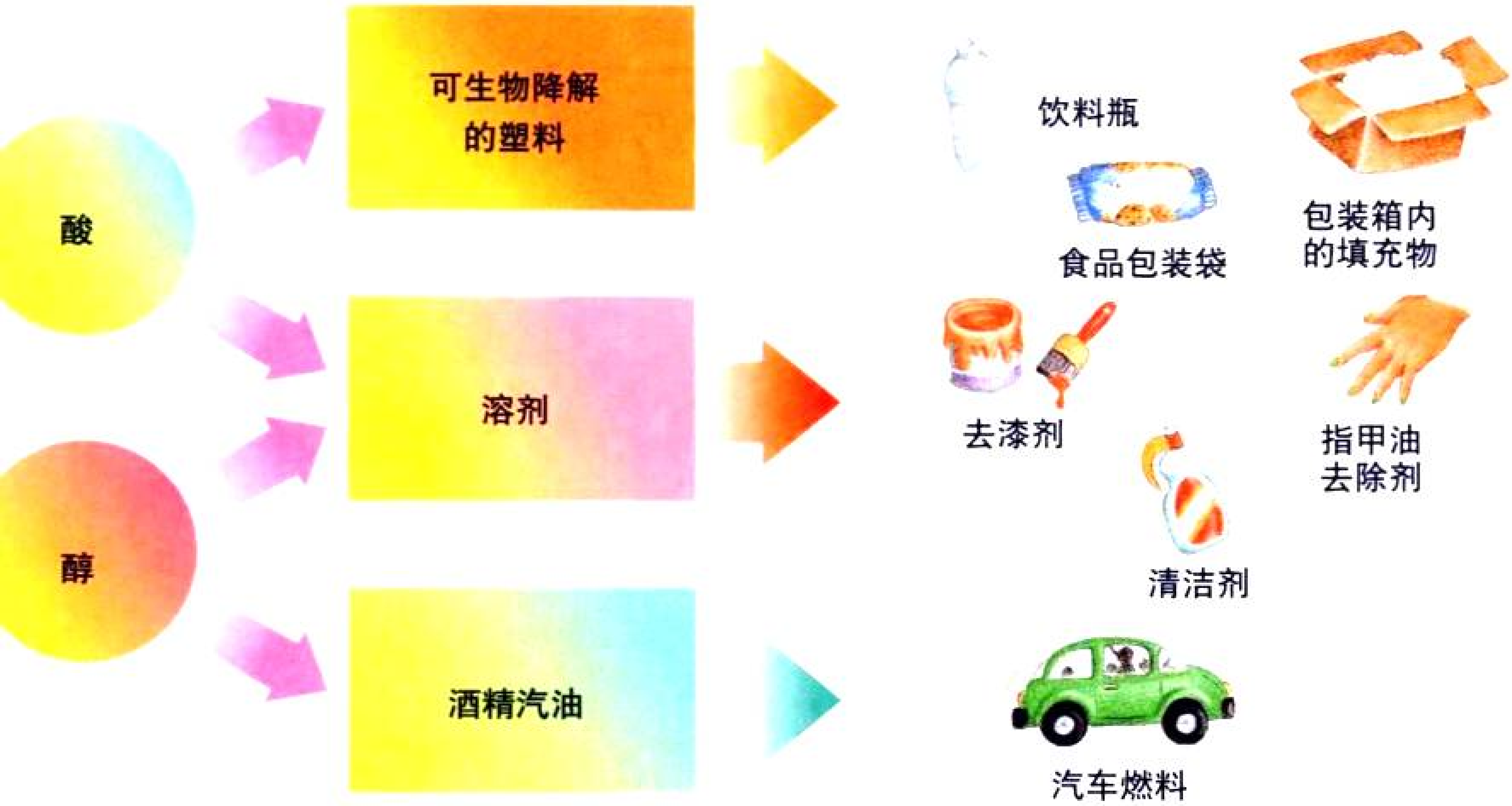
达特博士最近的发明是一个用农作物化学品代替石化产品的典型实例。他和他的同事们找到了一种用玉米制造各种有效溶剂的方法，这种溶剂可以溶解许多物质。

达特博士说："溶剂无处不在。例如，在工厂的许多流程中，需要使用溶剂来清洗电子零件；在回收处理废报纸时，也要使用溶剂来除去油墨。在家庭中，人们也经常使用各种去污剂(溶剂)来清除油污和涂料。"

仅在美国，每年消耗的溶剂就接近400万吨。这些溶剂大多是石化产品，而且可能是有毒的。达特博士说道："科学家早就知道，真正安全的溶剂应该用农作物化学品来制造，但是要从农作物中获得这样的溶剂，过程繁杂且价格昂贵。因此，尽管来自农作物的溶剂是"绿色环保"的，但如果其价格过于昂贵，对于使用它们的人来说，就毫无意义。作为化学工程师，我们的挑战就是要从全新的角度去思考



这些舞蹈演员所穿的衣服是用氨纶面料做的。



一种古老的生产过程，必须要找到更便宜的方法去制造这些“绿色环保”的溶剂。

一种新方法的发明

达特博士发明了一种新的方法来分离经玉米发酵后的混合物。开始时，他使用了一种新的塑料薄膜作为非常细密的滤纸，当该混合物通过这种塑料薄膜时，滤纸能将我们需要的酸留下而让其他物质通过。

经过两年的实验，达特博士找到了一种制造农作物化学溶剂的优良方法。用该方法生产所花费的成本还不到原来生产方法的一半，而且该方法的能耗也只有原来的90%。不久的将来，美国人所用的大部分溶剂很有可能被以玉米为原料生产的更清洁、安全的溶剂所替代。达特博士认为，这些农作物的化学品甚至可以制成指甲油去除剂。他说：“用像玉米这样的天然产品生产出的化学品来代替安全性较差的其他化学品是十分令人满意和高兴的事情。很难找到像由玉米制成的溶剂这样的化合物，它们既具有如上图所示的各种用途，又无毒害，而且还能在自然界中自然分解，不会造成环境污染。”

阅读 DIY

达特博士和他的同事们在许多年前就已掌握了这类对环境更为安全的溶剂制造方法，但遗憾的是，当时用这种方法制造的产品价格十分昂贵，达特博士当时完全可以因此停止这项工作，然而，他却选择了继续研究。从像达特博士这样的科学家如何面对科学的挑战这点上，其行为给了你哪些启示？

第一章 了解物质



主要内容

SECTION 1 物质概述

- 探索　物质的分类
- 增进技能　解释数据
- 试一试　磁的特性

SECTION 2 物质的测量

- 探索　哪种物质的质量较大
- 试一试　吹气泡试验
- 技能实验室　认识“密度”

SECTION 3 物质的构成

- 探索　有新物质生成了吗



佛吉尼亚某乡村商店内的旧货

课题 1 同一品牌的不同产品性能比较

几个彩色玻璃瓶、一个木制鸭、一把藤椅、一个可爱的布娃娃和她的漂亮服饰、一只金属水壶以及一个水桶，这些物品都是某乡村商店内出售的商品。照片中的这些物品(包括其他一些物品)恰好向我们展示了构成我们这个大千世界的各种材料，这些材料的学名称为物质。物质是世界上所有物体的总称。照片中我们所看到的每一件物品以及世界上的每一种物体都只是物质的各个具体例子而已。在这一章节中，你将深入了解物质的性质、物质可能发生的变化以及构成物质的基本粒子。

课题目标 以某一消费品的三种不同品牌为例，比较物质的某种性质。

为了完成这一课题，你需要：

- 设计一个比较测试指定产品的方案和收集相应数据的计划；
- 向你的合作者提供可操作的测试程序；
- 对你的合作者所设计的比较测试进行指导；
- 对你和你的合作者所获得的数据进行比较；
- 按照附录 A 中的安全守则进行上述试验。

课题准备 以一个班为单位，集思广益，尽可能多地列出需要进行比较的不同物品，并列一清单，列出需要比较的几种性质。例如，各种纸巾的吸水量、各种医用胶带的粘接强度等。复习《技能手册》中的“实验设计”。

检查进度 当你学习这一章时，你要同时进行这一课题的研究。为了按时完成这项研究，你可在下列各个阶段检查你的进度。

第一节复习，第 21 页：设计一个实验方案

第三节复习，第 33 页：进行实验

第四节复习，第 38 页：与你的合作者交换实验方案

总结 在这一章学习结束时，你和你的合作者将能看到你们是否能相互重复对方的实验。

SECTION 4 与地球科学的综合

地球上的元素

探索 怎样从沙子中分离出螺栓

生活实验室 分离铜

SECTION 1

物质概述

探 索 **活 动**

物质的分类

1. 老师将给你不同大小、形状和颜色的一些物品。
2. 请你先进行观察，然后将这些物品至少分成三组。要求每组中的物品具有某些共性。
3. 描述物品在分类前后的差异，再列出已分类的各组物品的特点。

思考

分类 与你的同班同学交流各自对物品的观察与分类结果，比较各自对物品分类的方法，了解你们是如何对物品进行分类的？想一想，还可以用什么方法对物品进行分类？

阅读指南

- 什么是物质的三态？
- 为什么物质的特性是有用的？
- 如何对物质进行分类？

阅读要点 在你阅读时，将物质的性质列成一表。

在英语中，有很多使用“matter”这个词的短语和句子。“It doesn't matter（没关系）”、“As a matter of fact(事实上)”、“Hey, what's the matter?(喂，怎么回事？)”等。

然而，在科学词汇中，“matter”这个词有其特殊的含意，意思就是组成宇宙万物的**物质(matter)**。水果、棒球、塑像、牛奶、书籍、鲜花等等，这些物体和其他无数的物体一样都是物质的具体体现，统称为物质，甚至空气也是物质的一种类型。尽管人们不能看见空气，但可以感觉到它。当一阵凉风向你吹来或一阵狂风吹弯树枝时，你就能确确实实地感受到它的存在。

那么物质究竟是什么呢？这可不是一个容易回答的问题！让我们从观察物质的某些性质入手。

物质的性质

物质可以是硬的或软的，粗糙的或光滑的，圆的或方的，也可能是热的或凉的。某些物质可能很容易着火，而另一些却不易燃烧。有的很小，可以放进一个鞋盒中；有的却很大，大到和地球一般！





图 1-1 照片中大地白雪皑皑，温泉正在喷出热水和白色的雾气。事实上，温泉在喷出热水的同时，还喷出了你无法看到的水蒸气——气态水。水蒸气遇到冷空气时，就会凝结成由小水滴组成的雾气。本图显示了水的三种状态(气、液、固)同存一处的奇特景观。

物质可能显得色彩斑斓，也可能完全没有颜色。所有的物质都表现出各自的硬度、构造、形状、温度、可燃性、大小以及颜色，这些都称为物质的性质。

物质的性质是否可以改变呢？回答是肯定的。例如水在室温时是无色透明的液体，但在寒冷的温度条件下，水就变成了固态——冰，一种又硬又冷的固体；而在高温时，水变成了水蒸气，这是一种无色的气体。在图 1-1 中，你可以看到以固态、液态和气态三种形式存在的水。

液态水、冰和水蒸气虽然状态不同，但实际上都是由同样的物质构成的。**固态(solid)、液态(liquid)和气态(gas)是物质的三种基本状态**。你将在第2章中，学到更多有关物质三态的知识。

物质的特性

物质的某些性质，如大小或数量，仅与物质所取的样品有关，与物质本身没有关系。以冰块的大小为例，它可以小到一小块冰，也可大到如同一条冰河。在这两种情况下，物质的大小发生了变化，但物质本身——冰没有改变。然而，另外一些物质的性质却与物质本身有关而与该物质所提供的样品无关，这些性质就被称为**物质的特性(characteristic properties)**。例如，不论你提供的是哪种金刚石样品，只要是金刚石，其硬度都是相同的(金刚石俗称钻石，是所有已知物质中硬度最大的物质)。**由于一种物质的特性永远不会改变，因此，可以利用物质的特性来鉴别未知物质。**

增进技能

解释数据 活动

仔细观察表中所列五种物质的熔点和沸点。指出每种物质在室温下(约 20℃)所处的状态。它是气体、液体还是固体？说说你是怎样得出这些结论的。

物质	熔点 /℃	沸点 /℃
水	0	100
氯仿 (三氯甲烷)	−64	61
酒精	−117	79
丙烷	−190	−42
食盐	801	1465

沸点 如果你将一锅水放在加热器上加热，那么，不久水就开始沸腾。你能猜到此时水的温度是多少吗？在标准状况下，答案是 100℃。只要你愿意，你可以不断重复这项试验，而每次水沸腾时的温度都是相同的。然而，如果你将水换成其他液体，如菜油或熔化的麦琪林(人造黄油)，将它们加热，你会发现，这些物品沸腾时的温度与水沸腾时的温度是完全不同的。

液体沸腾时的温度称为该液体的**沸点 (boiling point)**。由于沸点是物质的特性之一，因此，可以通过测定物质的沸点来鉴别不同的液体。以下列三种不同的液体——水、氯仿和酒精(乙醇)为例。氯仿曾经是医院手术室内使用的麻醉剂，酒精是称为醇的一类物质中的一种。这三种液体都是无色透明的，单从它们的外观，你是不能区分它们的。但是如果观察一下左边所列出的数据，你就会发现，每一种液体沸腾时的温度都是完全不同的。

熔点 物质的另一个特性可帮助你鉴别固体物质。假定你将放满冰块的托盘从 −10℃ 的冰箱中取出，放在室温为25℃的厨房内，冰块就会慢慢升温。当这些冰块的温度升至0℃时，它们就开始熔化。某一固体开始熔化的温度被称为该固体的**熔点 (melting point)**。因为某一固体物质只在特定的温度下才会熔化，所以熔点也是物质的特性之一。

不是所有的固体都像冰那样容易熔化。如果你取少量食盐样品进行加热，那么，只有在温度超过800℃时，食盐才会熔化，这个温度已经超过了大部分烤炉所能达到的最高温度。

图 1−2 所有纯净的物质，包括由水凝结成的冰，都能在某个特定的温度下熔化。



假如你有一种在 0℃ 时熔化的固体，那么，你能肯定该固体一定是水吗？不一定！因为其他固体也可能在0℃时熔化。事实上，许多物质具有相同的熔点、沸点或其他特性。因此，你有时需要测定至少 2 项甚至 3 项特性，才能正确地鉴别该种物质。

☑ ***想一想*** ***上述介绍的是物质的哪两种特性？***





图1-3 和物质的物理变化不同，物质的化学变化彻底改变了物质的本质。在森林火灾中，木材变成了各种气体和其他各种物质。在试管中的糖，经加热后变成了炭。

观察 *在上面两幅照片中，你怎样才能证明新的物质已经生成？*

物质的变化

物质状态的变化，如物质的熔化或沸腾，属于物理变化。发生**物理变化 (physical change)** 时，物质只是改变了原来的形态，而物质本身并没有发生任何变化。即使你将整锅水都烧干了，水仍然是水，只不过水以水蒸气的形式散发到了空气中而已。物理变化的例子还有：压扁饮料罐，撕碎一张纸，将糖混入冰茶或者早餐中。分离某物质的各种成分，如过滤橙汁除去果皮和果肉的残渣，也是一种物理变化。在以上的所有例子中，虽然物质的外观和形态发生了变化，但物质本身没有丝毫改变。

然而在**化学变化 (chemical change)** 中，一种或多种物质因相互结合或被分解而彻底破坏，从而生成了新的物质。将食糖加热使其碳化发黑就是一种典型的化学变化。当这一过程最终完成时，原来的糖分子不再存在。木材燃烧也属于化学变化。木材燃烧时，它与空气中的氧气结合，产生通常称之为火的炽热烟气。这一过程将木材转变成了烟灰和气体，木材就不再存在了。

某种物质能够发生化学变化的能力也属于物质的特性之一，这种性质称为物质的**化学活性 (chemical activity)**。



图1-4 这两名学生正在进行一项品尝试验，试图通过此试验来区分各种不同的饮料。

预测 *你认为他们这样做能否达到目的，说明你的理由。*

物质的类型

为什么不同的水果汁味道会不同？答案是它们所含的成分不同。换句话说，每种果汁中所含的物质不一样。科学家发现，有时用物质中所含的成分来描述该物质是一种十分有用的方法。**物质可以分成两种基本类型：混合物和纯净物。纯净物又可分为单质和化合物。**

混合物

图1-4中的那些饮料中到底含有什么呢？这些饮料中都含有许多成分，包括水、糖和香料，也许还有少量的水果纤维。含有多种成分的饮料都是典型的混合物。**混合物(mixture)**是由两种或两种以上的物质简单混合而成，而非通过化学方法合成。

在混合物中，每一种成分都保持其各自的性质。在橙汁或葡萄汁中，虽然你看不到食糖的存在，但只要尝一尝，你就能尝出它的甜味来！实际上，你很容易将某种混合物中的各个成分分离开来。例如，你可以用煮沸海水的方法，将组成海水的盐和水分离。

科学家常常根据混合物的混合方式或程度将其分类。海水是由水、盐和其他物质组成的混合物。像海水这样的混合物，其组分混合得非常均匀，以致看上去如同一种物质一般，这种混合物称为**溶液(solution)**。你可以将溶液看成是所有混合物中各组分混合最均匀的。糖水也是一种溶液。

☑ ***想一想*** ***溶液与混合物有何不同？***

试一试

磁的特性 活动

如何才能将某种混合物中的各个成分分离开来？

1. 将沙子和铁屑的混合物放在一张纸的中央。
2. 如果用磁铁仔细测试这一混合物，你估计磁铁会对混合物产生什么影响？
3. 将磁铁放在盛有上述混合物的纸下面，并使其正对着混合物，然后将磁铁向纸的边缘移动。
4. 用这块磁铁尽可能多地分离这一混合物。

推论 你在步骤2中的预测正确吗？这一混合物的两组分有什么不同？是物质的什么特性才使得你可以分离该混合物中的各个成分？

纯净物

不是每一种物质都是混合物。假如你能非常近距离地观察食糖，以至能看到组成它的粒子，那么，你会发现食糖是一种纯净物，其中没有其他物质混入其中。**纯净物(pure substance)**只由一种物质组成，并且具有固定的性质。除糖外，食盐、铁、铝和铜都是纯净物。

不论外形如何，任何一种纯净物的每一份样品都是完全相同的。例如，如果你能将不同的水果汁的各种成分都分离出来的话，那么，分离出来的水，不论其来自于哪种水果汁，都完全相同。同样，无论水是从水龙头中流出的，还是从海水中分离的，或是从血液中分离的，其性质都是一样的。水可以与许许多多不同种类的其他物质混合，但水本身没有因为不同的来源、不同的形态而发生本质性的变化，水就是水。

单质　有一类纯净物，我们称之为**单质(element)**，因为它们是由同一种元素组成的，而且，不论你用什么化学方法，都不可能将其拆分成其他物质。我们这个丰富多彩的世界就是由这些元素通过各种方式组成的。更让你惊讶的是，我们生活的这个星球其实只是由100多种元素组成的，而日常生活中人们能够用到或接触到的元素仅仅只是其中的三四十种!

观察一下附录C中所列的化学元素。请注意，绝大部分的元素都是用一个或两个英文字母来表示的，如："C"代表碳元素，"Cl"代表氯元素等等。你知道其中的哪几种元素？人们熟悉的许多元素为金属，例如铁(钢材中的主要成分)和铜(用于制作输电线)。氮和氧两种元素，存在于我们所呼吸的空气中，是空气的组成部分。





图1-5　单质银(上图)，有时以纯金属状态存在于自然界中。其形状如同树根，具有较强的韧性。在左图中，你能看到到处都有化合物和混合物的存在。树和其他植物以及静静的绿色池塘中的水都由各种化合物混合而成的，这些化合物中含有碳、氢、氧和一些其他元素。

探索 混合物的分离

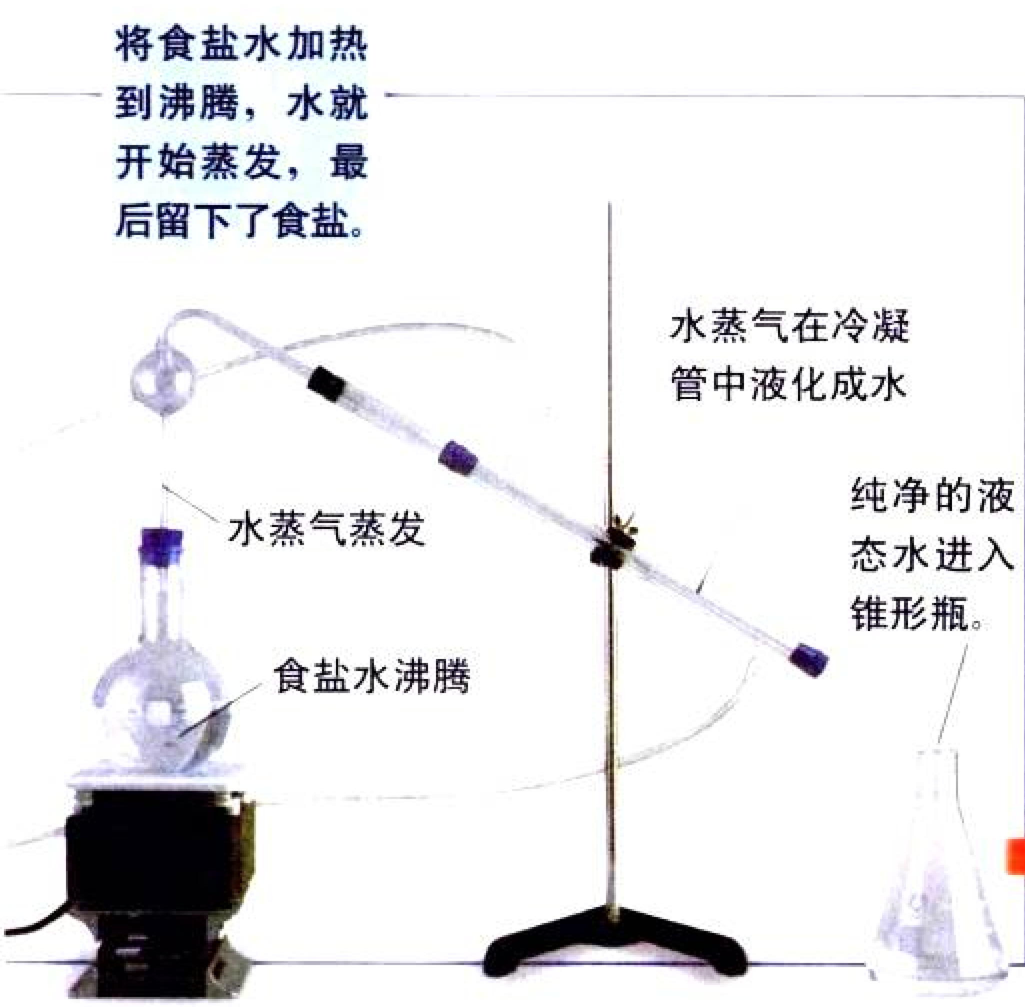
铁、硫和食盐具有不同的物理性质，借助这些性质的差异，可以将由这些物质组成的混合物进行分离。



使用磁性分离。



混合物的过滤



液体混合物的蒸馏

将浓度很大的食盐水倒入烧杯，水蒸发后就留下了食盐。



分离后的组合

混合物已被分离成各个组分



化合物　组成所有物质的100多种元素是如何构成宇宙万物的呢？答案就是，这些元素以不同的方式结合从而形成了大量的化合物。**化合物(compound)**是纯净物，它是由两种或两种以上的元素通过化学方法结合形成的，水和二氧化碳就是典型的化合物。就像符号可以用来代表元素一样，化学式可以用来代表化合物。水的化学式为H_2O，而二氧化碳的化学式为CO_2。

化合物的性质总是与形成该化合物的元素所形成的单质的性质不同。例如，单质碳(C)一般是粉末状的黑色固体，单质氢气(H_2)和氧气(O_2)都是无色无味的气体，然而，当组成这些单质的元素结合形成了化合物时，结果就形成了一种完全不同的物质。由碳、氢和氧组成的一种化合物就是普通的食糖——一种颗粒状的白色固体，其分子式*为$C_{12}H_{22}O_{11}$。显然食糖的性质完全不同于组成它的这些元素所形成的单质的性质。

*译者注：本书中，无机物用化学式，有机物用分子式。



图1-6　你无时无刻不在与物质打交道，不论是骑自行车、吃汉堡包，还是吹一个肥皂泡。

物质组成了你周围的一切

现在你已阅读了这一节，你可以选择一些熟悉的物体，就这些物体给自己提出一些问题。例如，这些物体是固体、液体还是气体？哪一种是混合物？哪一种是纯净物？这些物质中是否有你熟悉的元素，如氧、铁、铜或铝等？你所进行的这种提问和仔细解答，实际上就是你研究物质构成宇宙万物本质的第一步。

第一节复习

1. 列出物质的三种基本状态，每种状态各举两种物质的实例。
2. “物质的特性”其含意是什么？
3. 比较物理变化和化学变化，并举几个例子加以说明。
4. 说说如何区分混合物、纯净物、单质和化合物。
5. **理性思维**　**概念应用**　液体A和液体B的沸点都是100℃，你可以用什么方法来了解它们的特性。解释这两种液体为什么不可能是相同的物质。

课题 1

检查进度

选择一种样品，决定你打算测定的某项性质，设计好测定的操作步骤，并确定哪些变量为常数。在实验方案中，你还要考虑如何测量，如何处理收集到的这些数据。再与你的合作者一起讨论你设计的这个操作方案的思路和出发点，回答合作者提出的问题，仔细倾听他们提出的任何建议，并将有益的建议充实到你的计划中去。

2 物质的测量

探 索 **活 动**

哪种物质的质量较大

1. 你的老师将向你提供一些小物品，如小石块、塑料饮料杯、铝制金属罐和铅笔。仔细观察这些物品，但不要碰它们。
2. 猜一猜，哪种物品最轻，哪种其次，依次类推，将你的猜测记录下来。



3. 用天平称出每种物品的质量。
4. 根据你的测量结果，将物品由轻至重列成一表。

思考

结论 你的猜测和测量结果有什么不同？是否较大的物体具有较大的质量？为什么？

阅读指南

- 质量和重量有什么不同？
- 怎样计算密度？

阅读要点 在阅读之前，用你自己的话和想法来定义质量、体积和密度，然后，在阅读时，不断修正你的定义。

这里有一个让人迷惑的问题：1磅羽毛和1磅砖哪个更重？如果你的答案是“1磅砖”，那么请再仔细想想。实际上这两种物质的重量完全相同，都是1磅！

有许许多多测量物质的方法，你可能每天都在使用这些测量方法，科学家同样依靠这些测量方法。所不同的是，科学家研究的是如何确保他们的测量尽可能地准确。

质量 为了了解狗的重量变化，兽医每年都要对狗进行一次年度检查。在测量狗的重量时，狗的主人抱着狗站在兽医办公室内的体重秤上。主人和狗的共同重量压缩了秤内的弹簧。主人和狗的重量越重，则秤内的弹簧被压缩得越厉害，秤上读出的数值也越大。将称得的总重量减去主人的体重，兽医就能了解该条狗的重量及变化。

然而，如果在月球上进行同样的测量，将会得到不同的结果。换句话说，当在月球上进行上述秤重时，秤内的弹簧被压缩的程度不如在地球上那样厉害，其结果是，同样的狗在月球上测得的重量要比在地球上轻。



图1-7 如果一条狗不愿站在磅秤上，你可以抱着该狗一起秤重。

重量和质量　为什么当你离开地球时，你的体重会发生变化？原因是你的**体重(weight)**是你受到地心引力大小的度量。在地球上，任何物体都受到地球引力的作用，而在不同的星球上，这种地心引力有大有小，而月球的地心引力远小于地球，故你在月球上的重量也比地球上要小。

尽管在日常生活中，重量能有效地度量某个物体所含物质的多少，但是，科学家所需要的是，无论物体处在何处，物体的性质永远不变，这一性质就称为质量。一个物体的**质量(mass)**是该物体所含物质多少的一种度量。如果你将一个物体从地球上移到月球或其他星球上，该物体的重量会发生变化，但其质量却保持不变。

质量单位　为了测定物质的性质，科学上采用了一种计量单位系统，该系统被称为“**国际单位制**”(**International System of Units**)，又称“SI”或“SI单位”，源自法文“Système International”的缩写。质量的SI单位是千克(kg)。如你的体重在地球上是90磅，那么你的质量大约是40千克。

在这本教科书中，千克单位将会经常出现，但你还会发现一种更小的质量单位——克(g)，1 000克正好等于1千克。一个棒球的质量约为150克，而一杯水(中等大小的玻璃杯)的质量大约是200克。

☑ ***想一想　质量的SI单位有哪些？***

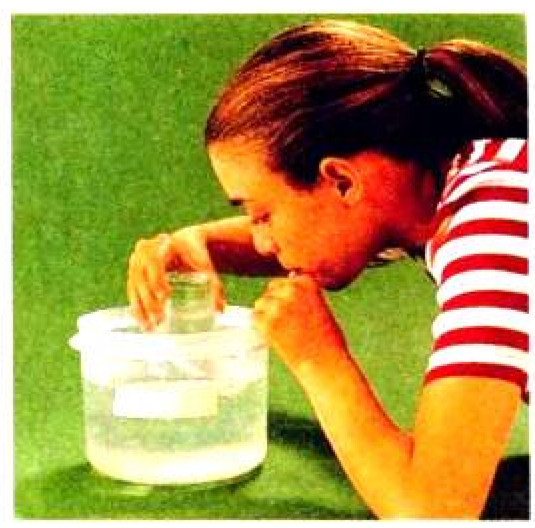
体积　物体所占空间的大小称为**体积(volume)**。固体和液体的体积是很容易看到的，气体的体积我们就看不到了，但气体也有体积。当你向汽球内吹气时，就会看到汽球在膨胀，这正是你的呼气使球内气体的体积增加的结果。

·试一试·

吹气泡试验　活动

气体有体积吗

1. 取一个大的透明容器，加满水。
   将一个塑料杯完全浸入上述容器中，杯的开口朝上。
2. 用胶带在容器外壁标出容器内水面的位置。
3. 在水下，将杯口转而向下，注意不要让空气进入杯中。
4. 将吸管弯曲，使之从水中进入杯内，然后对着吸管吹气。



推论　将空气吹入杯中后，会改变整个容器的水位吗？对你的观察结果作出解释。



图1-8　可用几种单位来衡量物体的体积。一般而言，液体用升(L)或毫升(mL)作单位，固体用立方厘米(cm^3)作单位。

与数学的综合 对木块这样的矩形物体而言，其体积可由其长、宽和高相乘而获得。

$$体积 = 长 \times 宽 \times 高$$

当你将测得的三个数据相乘时，其三个长度单位也应该像数据一样相乘，即 $2 \times 2 \times 2 = 2^3$，厘米 × 厘米 × 厘米 = 厘米^3。

假如木块的长为3cm，宽为3cm，高为12cm，那么，它的体积就为：

$$体积 = 3cm \times 3cm \times 12cm = 108cm^3$$

cm^3称为立方厘米，它是体积的基本单位。其他的体

科学与历史

测量系统的发展

像科学的其他许多领域一样，测量系统在世界的各个地区也经历了漫长的发展过程。



公元前1400年

埃及

古埃及人首先发明了具有指针的简易天平秤，在这之前，他们已首次确立了测量长度的标准，单位长度称为一腕尺(cubit)，其最初的含义为手臂的肘部至中指尖之间的距离。



公元前1500年　公元前1000年　公元前500年　公元元年



公元前640年

吕底亚

中东和地中海地区的商人使用重量单位，目的是为了确保他们所收到的金银重量正确无误，并且用于鉴定该类金属的纯度。"1泰伦(talent)"约相当于25千克(kg)。"1米纳(mina)"约等于500克(g)。吕底亚人首次造出了真正的硬币，这种硬币具有标准的重量和价值。

公元前200年

中国



中国的第一位皇帝秦始皇制定了重量、长度和体积的标准，统一了度量衡，但在这之前，中国人已经开始使用十进制符号，即以10个数字为基础的计数系统。

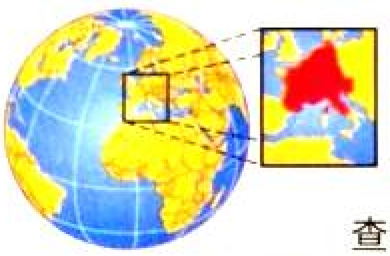
积单位还包括“升(L)”和“毫升(mL)”。这两种单位常常用于测量液体体积。1毫升相当于1立方厘米，而1升等于1 000毫升。

对于像水果或岩石这样具有不规则形状的物体，你将如何测定其体积呢？一种方法是将该物体放入一个有刻度、内装有水的量杯内，通过测量水的体积变化间接测量物体的体积。

☑ **想一想** ***如何计算像鞋盒那样形状的长方形物体的体积？***

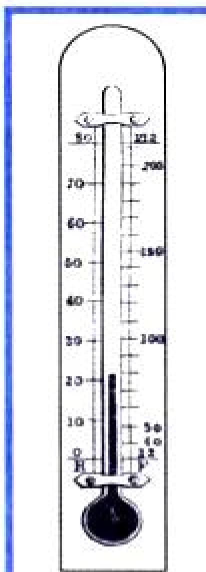
阅读 DIY

虽然科学家采用的是SI单位，但在实际生活中，人们为了不同的目的还使用一些其他的测量单位，如金钢石的切割、马的繁殖、航海等。请你研究一下这些方面所用的非SI单位，写一篇短文来描述你的发现。



公元 789 年
中欧

查理曼皇帝成为当时中欧大部分地区的统治者后，建立了统一的长度单位，称之为“查理曼尺(the foot of Charlemagne)。当时标准的重量单位是Karlspfand,被译成“查理曼磅(Charlemagne's pound)”。



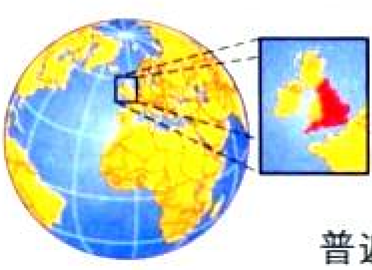
1534- 华伦海特温度计



公元 1714 年
德国

G. 华伦海特(G.D.Fahrenheit 1686 ~ 1736 德国物理学家)发明了温度计——一种测量温度的装置。这种温度计是利用水银受热膨胀的性质制成的。后来，他的名字被用来命名温度的测量单位，其温度计被称为华氏温度计。

公元 500 年　公元 1000 年　公元 1500 年　公元 2000 年



公元 700 年　**英国**

在英格兰伊丽沙白二世(Ethelbert Ⅱ)统治时期，“英亩(acre)”这个词普遍被用作丈量土地面积的单位。1英亩相当于2头耕牛一天内所犁农田的面积。





公元 1983 年
法国

国际重量和测量局为全世界确定了统一的一套计量单位。在1983年将“米”定义为光在瞬间所通过的距离。

图 1-9 右表列出了质量、体积和距离的常用计量单位。

概括 *哪些计量单位用于测量物体所占的空间？哪些计量单位用于测量物体所含有的质量？*

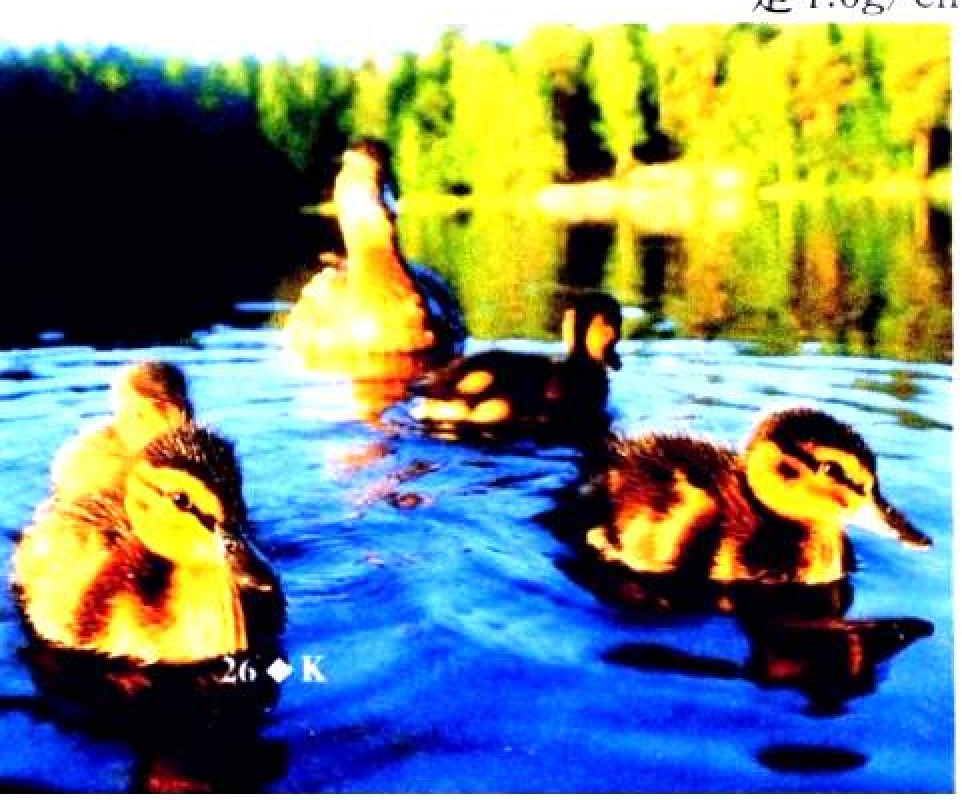
常用度量单位和单位换算			
项 目	**SI 公制度量单位**	**其他度量单位**	**度量单位换算**
质 量	千克(kg) 克(g)		1 千克 = 1 000 克
体 积	立方米(m^3) 升(L) 毫升(mL) 立方厘米(cm^3)	夸脱 (Quart) 加伦 (Gallon)	1 毫升 = 1 厘米^3
距 离	米(m) 千米(km) 厘米(cm)	英尺(Foot) 英里(Mile) 英寸(Inch)	1 千米 = 1 000 米 1 厘米 = 0.01 米

密度 不同的物质可以具有相同的质量，但不一定具有相同的体积。你是否还记得令人迷惑的有关砖块和羽毛的问题？1kg砖块的体积远远小于同样质量的羽毛的体积，这是因为砖块和羽毛具有不同密度的缘故。密度是物质非常重要的特性。**密度(density)是指单位体积内所含某一物质的量**。计算物体密度的方法是将物体的质量除以该物体的体积：

$$密度(density) = \frac{质量(mass)}{体积(volume)}$$

密度单位应该是质量单位除以体积单位，换句话说，如果质量单位为克，体积单位为立方厘米，则密度单位为克／立方厘米(g/cm^3)，读成“每立方厘米多少克”，用数学语言就是“克除以立方厘米”。液体的体积单位常常用每毫升多少克，即 g/mL 表示。水的密度为 1.0g/mL，也就是 1.0g/cm^3。有时，你也可以通过直接观察来判断物质密度的大小。如为了比较一个木块和一块铁的密度大小，你可以将它们放入装有水的木桶内，此时木块会浮在水面而铁块沉入水底。你已经知道水的密度为 1.0g/cm^3，这样你就能得出结论：木块的密度小于1.0g/cm^3，铁块的密度大于 1.0g/cm^3。

图 1-10 一个物体在某种液体中是下沉还是上浮，主要取决于该物体的密度。图中这些鸭子是由许多物质构成的，但总体而言，鸭子身体的密度小于水的密度。



例 题

有一小块木块浮于水面上，它的体积为25cm³，它的质量为20g，该木块的密度为多少？

分析：已知该木块的质量和体积，需求其密度。

列出公式：$密度 = \dfrac{质量}{体积}$

代入具体数值并解题：$密度 = \dfrac{20g}{25cm^3}$

$密度 = 0.8g/cm^3$

想一想：该答案实际表明了单位体积内该物质的质量，其正确的计量单位为g/cm^3

练习题：**1.** 某液体样品的质量为24g，体积为16mL，该液体的密度为多少？

2. 某金属样品的质量为43.5g，体积为$15cm^3$，计算该金属的密度。

当你将油、醋与沙拉混合摇匀，然后将其静置一会，你将会发现瓶内油滴在向瓶的上部移动，最终在瓶内形成分离的油层，该油层处于其他组分的上层。当你观察到这些现象时，会作出怎样的结论呢？如果你认为该油的密度小于沙拉酱的其他部分，那么，你的判断是正确的。

一种物质的密度不论取自该物质的哪一部分，其密度都是完全相同的。以纯金为例，不论取纯金的哪一部分作为样品测其密度，结果都是$19.3g/cm^3$。因此，密度是物质的特性之一。

第二节复习

1. 为什么质量和重量是两种不同的量？
2. 为了计算物质的密度，需已知物质的哪两方面的数据？
3. 描述一下，你是怎样来测定一个不规则物体的体积的。
4. **理性思维　解答问题**　铝的密度为2.7g/cm^3。某个金属样品的质量为52.0g，体积为$17.1cm^3$。该样品会是金属铝吗？对你的答案作出解释。

家庭小实验

你可以向你的家人证明密度的差异。取两个水杯，分别标上A和B，并在杯内装满水。在B杯中放入三匙食盐和几滴食用色素并搅匀。将一透明吸管的一端插入A杯中水下2cm处，用手指按住该吸管的另一端口并将其插入B杯中水下4cm处，放开手指。最后再按住吸管并从B杯中取出。观察实验现象，向你的家人解释在该实验结果中，密度所起的作用。

认识密度

如果你将某一物体摔成两半，该物体的密度会发生变化吗？在本实验中，你将比较不同大小物体的密度。

问题

物质的密度和体积具有怎样的关系

重要技能

得出结论，测量，控制变量

实验材料

天平、水、纸巾
木棒，约6cm长
一团橡皮泥，直径约5cm
去了包装纸的蜡笔
100mL量筒

实验步骤

1. 用天平称出木棒的质量并填入右侧的数据表中。
2. 在量筒中加入足量的水，使木棒能完全浸入其中。
   计下水的初始体积。
3. 记录木棒完全浸入量筒内的水中时水的体积。
4. 该棒的体积为第3步水的体积和第2步水的体积之差，将此结果记录在数据表中。
5. 该棒的密度为它的质量除以它的体积，将结果记录在数据表中。
6. 用纸巾将木棒擦干，然后小心地将其分成两半——A部分和B部分，用A、B两部分重复上述第1至第5步实验，计算出两部分各自的密度。
7. 将橡皮泥搓成条状，重复上述第1至第6步实验。
8. 用蜡笔做上述同样的实验。

分析和结论

1. 比较你所测定的三种物体完整时的密度与分成两半后各自的密度。
2. 用测得的结果说明，怎样运用密度这一特性来鉴别某种物质。
3. 在步骤6中，为什么要将被测物体擦干？
4. **想一想** 如果你用一端具有橡皮的铅笔代替木棒做同样的试验，结果会怎样？解释你的推测。

进一步的探索

用橡皮泥包裹木棒并预测其密度，然后测定其质量和体积并计算其密度，看一看你的推测是否准确。

数据表

物体名称	质量 g	体积 cm^3	密度 g/cm^3
木棒			
整根木棒			
木棒的A部分			
木棒的B部分			
橡皮泥			
整块橡皮泥			
橡皮泥的A部分			
橡皮泥的B部分			
蜡笔			
整支蜡笔			
蜡笔的A部分			
蜡笔的B部分			

SECTION 3 物质的构成

探索 活动

有新物质生成了吗?

1. 取豌豆大小的粉笔，仔细观察，并记录其其特征。
2. 在一张干净的纸上，用金属汤匙把粉笔研成粉末。描述此过程中发生了什么变化。
3. 将粉笔灰放在金属汤匙中，再滴入8滴食醋。描述此时又发生了什么变化。

思考

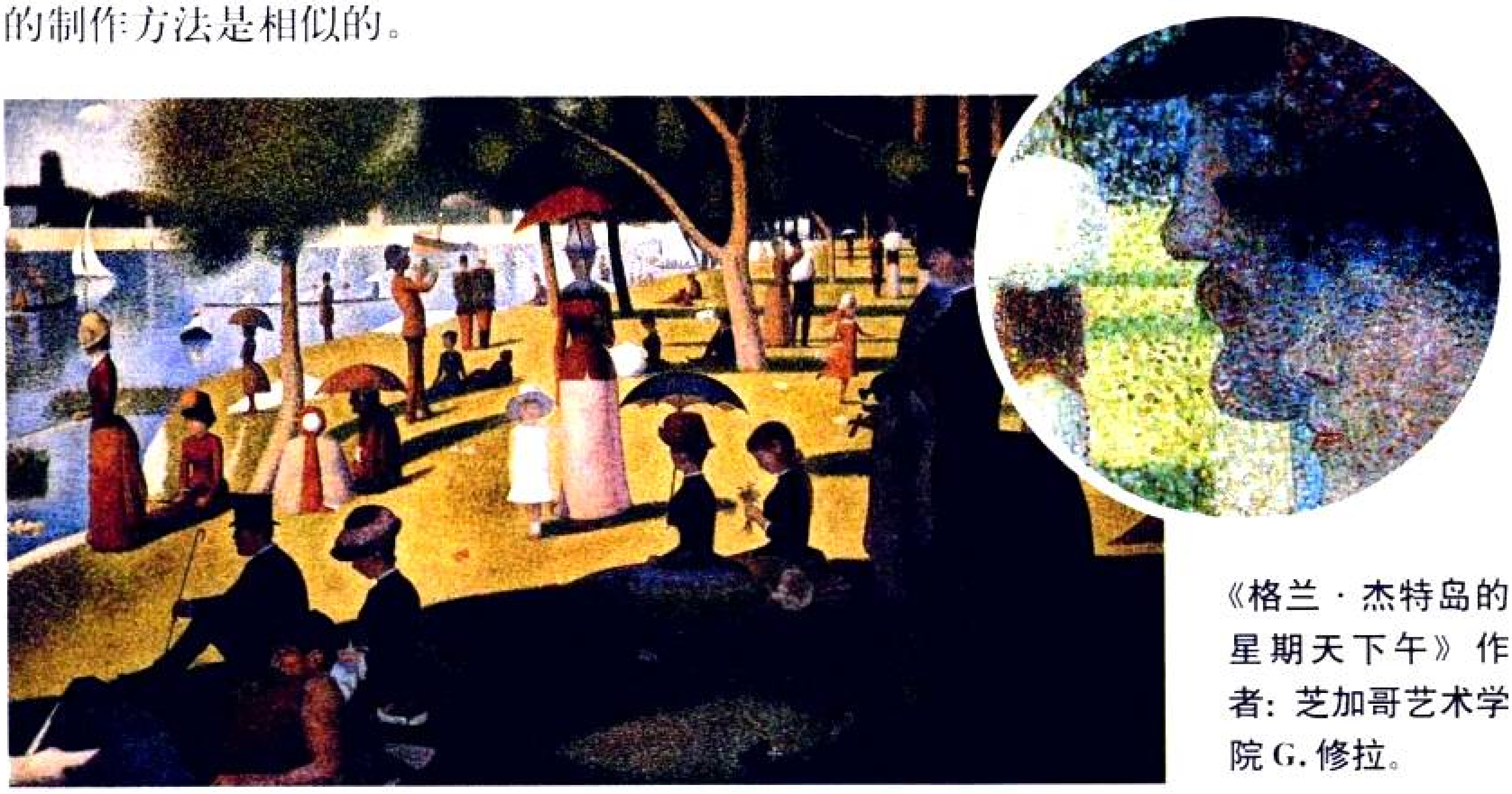
得出结论 粉笔基本上是一种纯净物——碳酸钙。当将其研成粉末时，你认为有新物质生成了吗？当加入食醋之后呢？分别说明你是如何得出这些结论的。

看一眼下面的油画，你能看到画中的情景：在某个下午的公园里，人们正在休闲与娱乐。再仔细看看，你会注意到一些细节：一些人在阳光下，而另一些人在树阴下。画家是如何向你展示明亮处与阴暗处，以及不同阴影之间的差别的呢？如果你再细细地观察，就能找到答案：艺术家是通过许多小色点来展示其画作的。当你知道了这幅生动的油画是由许多小色点构成时，你会感到惊讶吗？事实上，不论你相信与否，宇宙中的万物形成的方式与该幅画的制作方法是相似的。

阅读指南

- 一种元素的最小粒子是什么？
- 道尔顿(Dalton)对原子作了怎样的概括？

阅读要点 阅读时，请在该节的每个小标题下列出要点。



《格兰·杰特岛的星期天下午》作者：芝加哥艺术学院G. 修拉。

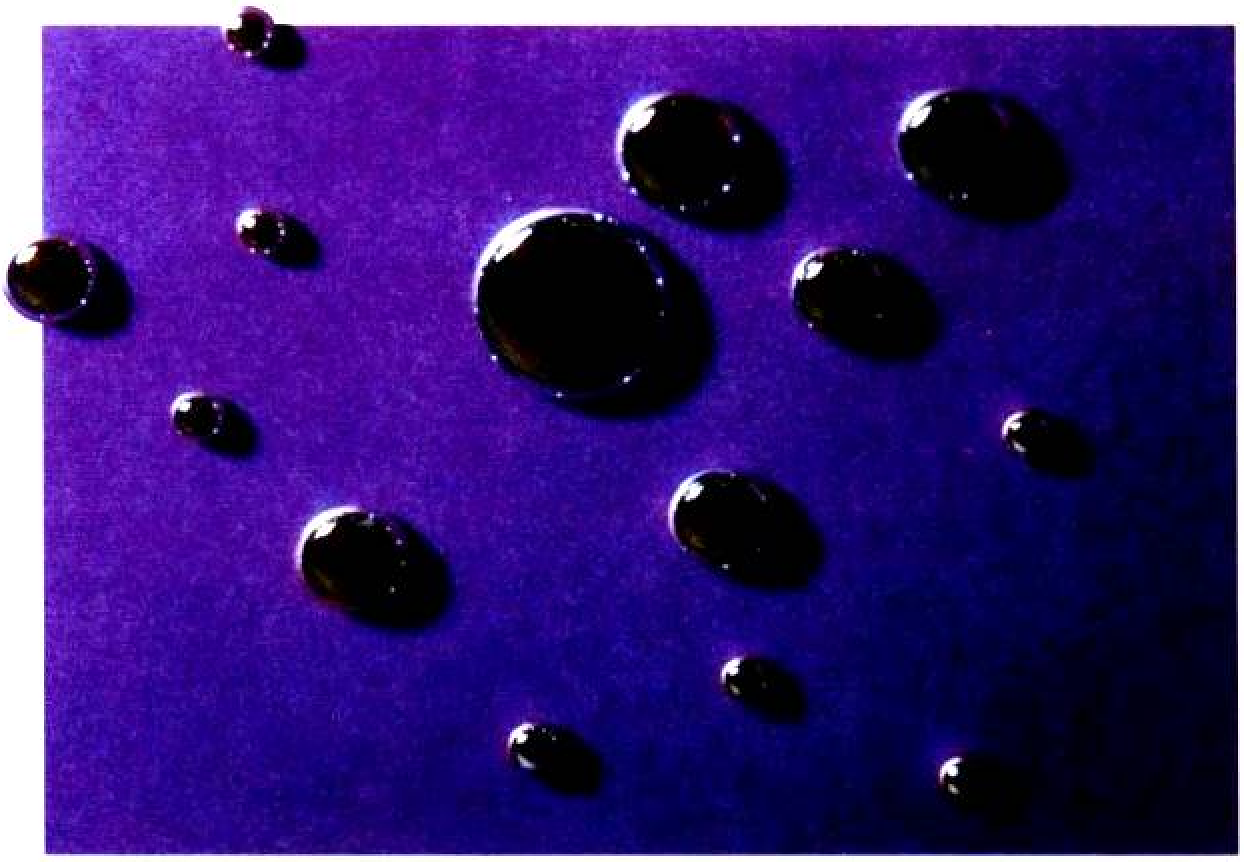


图1-11 溢出的一大滴水银分散成了许多小水银球。尽管这些水银球看起来很小，但离水银可细分到最小的颗粒还差得很远。

注意：不能接触水银，因水银有毒，会伤害人的大脑。

应用概念 *某种元素能细分成的最小颗粒是什么呢？*

原子

组成物质的最小部分是什么呢？为了找到答案，让我们取一张纸，先将其撕成一半，然后再一分为二撕成四部分，再按上述方法撕成八部分。

你认为这张纸可以永远撕下去而变得无穷小，还是撕到一定程度，达到了其最小的组成后就不能再继续撕了？

很多人像你一样，对这个问题感到迷茫。事实上，哲学家和科学家对这些问题已整整思考了2000多年。直到今天，科学家才可以肯定地说，纸和其他物质一样都是由极小的称为**原子(atom)**的粒子组成的，**原子是组成物质的最小粒子**。

德谟克里特(Democritus 460? ~ 360? B.C，希腊哲学家)

德谟克里特是一位古希腊哲学家，早在公元前401年，他就已经提出了原子的观点，他是历史上最早提出这一观点的人之一。他曾提出，每一样东西都是由最小的部分组成的，而这最小部分不能再分。他认为物体可以不断地切割直到其最小部分，这一最小部分称为“atomos”。该词为希腊语，意思是“不能再切割”。英语中“atom(原子)”就是从这个希腊词变化而来的。

在当时的古希腊哲学家中，很少有人能接受这样的观点，而且，德谟克里特的所谓具有甜味的东西是由光滑的原子组成，而具有酸味的东西是由粗糙的原子组成的观点毫无科学根据。直到2000多年后的今天，“原子”这一古老的名称才有了现代的含意。



图1-12 德谟克里特雕像(塑像)是在其去世多年后在古罗马制作的。

道尔顿的观点(John Dalton 1766～1844 英国化学家及物理学家)

1802年，英国一名中学教师J·道尔顿提出了原子理论。没有人知道道尔顿究竟受到了德谟克里特观点的多少影响，不过，与古希腊的哲人所不同的是，道尔顿在实验室中进行了一系列实验。

道尔顿根据其掌握的线索推断，原子必定具有某些特性，其主要的特性为：

◆ 原子不可能再分成更小的部分。**道尔顿设想，原子就像十分微小的弹珠，是坚硬而又光滑的圆球体，不可能再分割。**

◆ 任一元素中的各个原子完全相同。这一观点解释了为什么同一种元素总是具有完全相同的性质。

◆ 两个或更多种元素的原子能相互结合形成化合物。因为化合物是由不同元素组成的，道尔顿由此得出结论：化合物也是由不同的原子构成的。

◆ 每种元素的原子都具有一定的质量。然而，当时道尔顿和其他科学家实际上还无法测定单个原子的质量。

◆ 在化合物中，不同元素的质量比总是恒定不变的。例如水是由氢原子和氧原子组成的化合物，不论纯水的样品取自何处，其氢与氧的质量比总是相同的。

当然，今天的科学家已经提出并证明了当时道尔顿尚未认识的某些重要观点和理论，但即使如此，道尔顿的观点仍然是我们认识原子的基础。

☑ **想一想** ***道尔顿有关原子的观点主要有哪些？请说出两点。***

数学工具箱

定比定律

“比”是指用分数式表示的两种数量间的相互关系。如果两对数字的比完全相同，这个比就是定比(或称常量)。例如你想比较16∶2和24∶3，看看它们的比是否相同。

1. 列出第一对数字的分式，计算出其分子和分母都为最小整数的分数：

$$\frac{16}{2}=\frac{8}{1}$$

2. 对第二对数字进行同样计算：

$$\frac{24}{3}=\frac{8}{1}$$

3. 两个分式的比相同，所以这两对数字的比是相同的，该比是恒定的。在任何化合物中所取的任何一种样品，其组成中的两种元素的质量比永远是恒定不变的(是常量)。

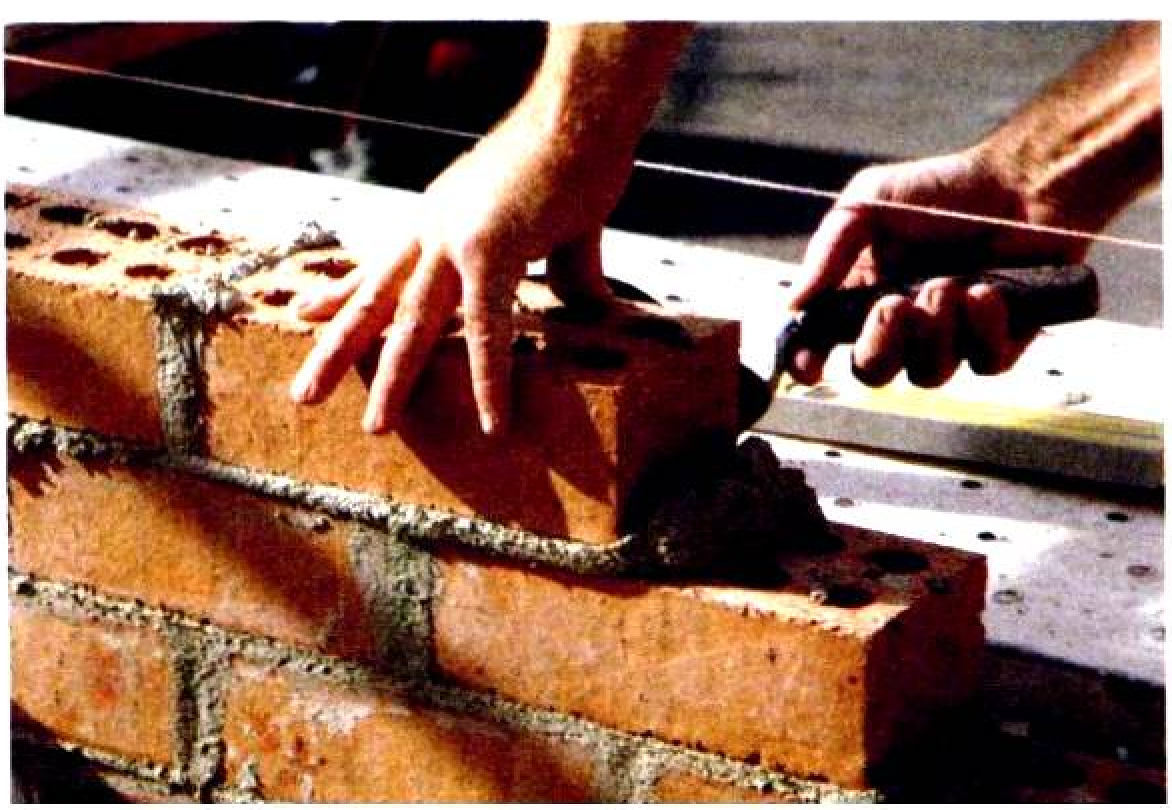


图1-13 氧化钙，俗称生石灰，是灰泥中的主要成分之一。灰泥被称为建筑用“胶”，它能将墙砖粘合在一起。其中，无论氧化钙的用量如何，氧化钙中钙与氧的质量比总是5∶2。

图 1-14　一个分子可以非常复杂，如蛋白质分子；也可以非常简单，如水分子。

图解　*一个水分子中有多少个原子？蛋白质分子呢？*



关于原子和分子的现代认识

就像不同色点的排列可以组成不同的画一样，原子也能通过不同的排列组合形成不同的化合物。在许多情况下，组成化合物的基本粒子称为分子。**分子 (molecule)** 是由原子结合而成的原子团，被看作是化合物的基本单位。其中，将两个原子结合在一起的力称为**化学键 (chemical bond)**。大部分原子能够容易地与一个或多个其他原子形成化学键。

有些分子内可能含有十几亿个原子，而另一些分子则只含有2个原子。最简单的分子之一是如图1-14所示的水分子 (H_2O)。假如你能看清水分子的话，那么，你将发现一小滴水中所含有的水分子的量是非常巨大的。如果你能看得再清楚些的话，那么，你还将发现其中的每个水分子都是完全相同的，即水分子都是由两个氢原子和一个氧原子构成的。

究竟有多小　原子究竟小到什么程度？回答这一问题的最佳办法是将其与日常用品进行比较。这里有一些例子可以说明：

一滴水中含有 2 000 000 000 000 000 000 000（20万亿亿）个氧原子和两倍于氧原子数的氢原子！

新闻图片是由许多微小的油墨组成的，每个墨点内大约含有100亿亿个原子！（也就是1后面跟了18个零！）

原子是如此的微小，以致许多年来，没有人能真正看到它，然而现在有一种仪器可帮助我们观察其瞬间的影像，这就是**隧道扫描仪 (scanning tunneling microscope)**。这个仪器具有极大的放大能力，可以将原子放大很多倍，从而能真正捕捉到原子的影像。图1-15所示的就是用该仪器拍摄到的原子图像之一。

语 言 艺 术 链 接

在J·阿西莫夫所写的科幻小说《梦幻航行》中，人们被缩小到了一个细胞般大小，他们在一个正常人体内的经历是一种"梦幻般的"体验。试想，如果人能缩小到一个原子般大小，将会是怎样的一番情形呢？

阅读 DIY

写一篇一页纸的记叙文，描述一下，如果你被缩成原子般大小时，可能看到的和经历的。描绘你周围的其他原子和分子，探索你的新世界。当你恢复到正常状态时又会发生什么？

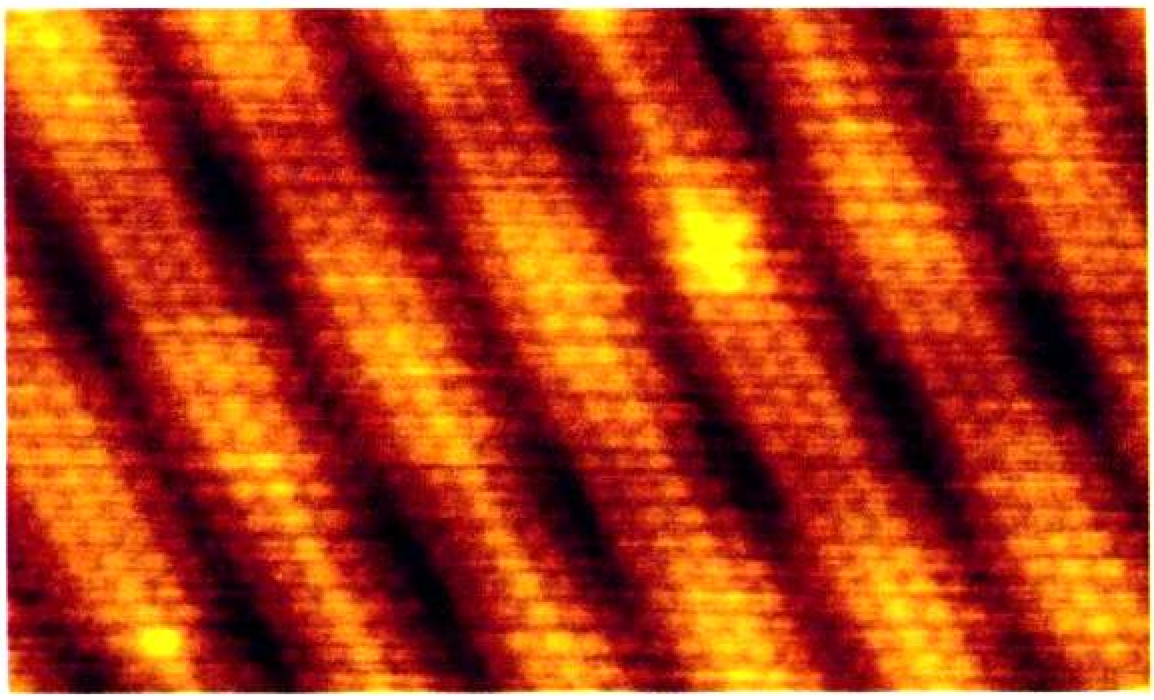


图1-15 用隧道扫描仪拍摄的金原子的影像。

采用模型 当你用原子和分子的观点去观察和分析物质时，你实际上使用了以熟知的物质粒子为代表的模型。所谓模型，就是事物实际情况在人脑中的想像图。

粒子模型是十分有用的，因为它能解释我们周围世界的许多事实。事实上，科学家通过研究构成单质的原子就能解释单质具有的所有性质，同样，他们通过研究构成化合物的粒子就能解释化合物的所有性质。

第三节复习

1. 如果将某一单质分成最小的粒子时，你会得到什么？
2. 道尔顿想像中的原子像什么？
3. 冰是由水分子(H_2O)组成的，你能否连续不断地将冰分割下去使其变得愈来愈小吗？为什么？
4. **理性思维　应用概念** 古希腊哲学家亚里士多德(Aristotle　公元前384～前322)曾对德谟克里特的原子说有不同的看法。他反问道："如果物质是由单个的粒子组成的，那么把这些粒子聚合在一起的是什么？"你能对亚里士多德的问题作出回答吗？
5. **理性思维　计算** 某化合物样品中含铜64g，含氧16g，试问该样品中铜和氧的质量比是多少？在该化合物的另一份样品中，铜的含量为40g，那么在这第二份样品中，氧的含量是多少？

课题 1

检查进度

在对你的样品进行测试之前，将你设计的操作方案送老师审阅，获得老师的认可，你才能领取该试验所需的材料和仪器。如果要更改原先制定的实验方案，你应修改有关说明来反映这些变化。

提示： 一个良好的实验方案应该是可靠的。对同一产品多次取样测试，看一看你的测试结果是否一样。

SECTION 4 地球上的元素

探索 活动



怎样从沙子中分离出螺栓

1. 将干燥的沙子与少量的金属小螺栓混合在一起，并将其放入做馅饼的平底锅中。
2. 想出一种方法来分离沙子和螺栓。你不可以用磁铁，但可用水、碗、纸巾以及教室中可提供的其他设备。
3. 征得老师同意后，开始你的实验。

思考

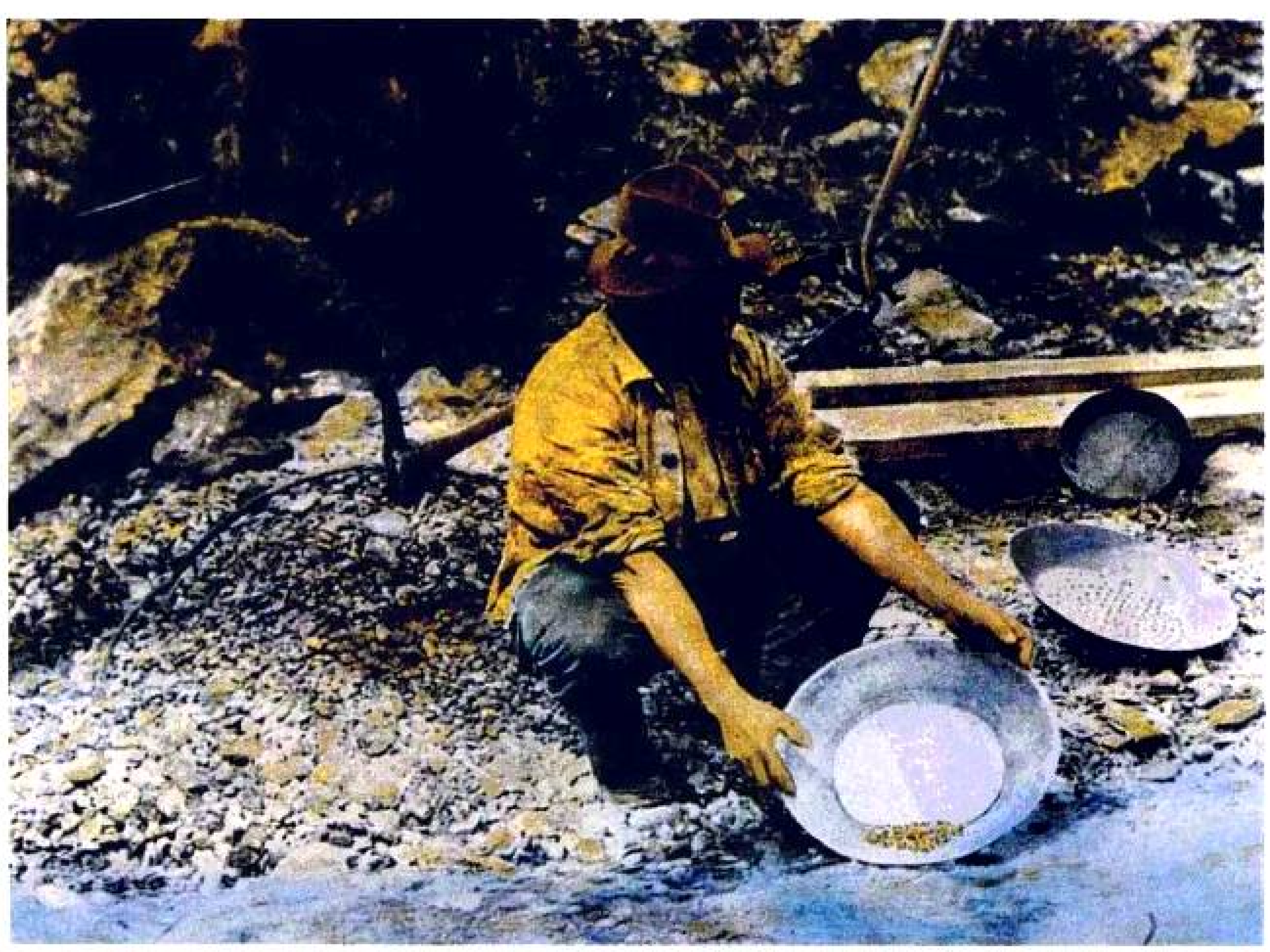
实验设计 在分离沙子和螺栓时，你利用了物质的什么性质？你的操作为什么能取得成功？

阅读指南

- 淘金时利用了金子的什么性质？
- 从铜或铁矿中萃取铜或铁利用了金属的什么性质？

阅读要点 阅读时，应注意人们是如何将自然界中的单质从其存在的环境中分离出来的，将这些方法罗列出来。

金子！自从1848年在美国北加州的Johu Sucter工场附近发现了几块金子后，成千上万拿着淘金盘、铁镐和铁铲的人们涌向美国加州的丘陵地带，希望能找到这一贵重金属。他们沿着河岸和小溪的河床一路搜索，试图找到更多的金块，哪怕小金粒也好。其中一些人是幸运的，一夜暴富，而更多的人则两手空空回到家，也许最令人失望的是那些找到了看似金子却经检验是硫化铁的人。这是一种由铁和硫两种元素组成的普通化合物，是一种可以用来炼铁的矿石。



一名淘金者正在加州北部淘金

金子及其密度



图 1-16　金矿中只含少量的纯金。

在加州淘金热期间，淘金者利用了金属的“密度”这一特性。就像在第二节中所提到的那样，金子的密度为19.3g/cm³，这一密度远远大于与其混合的沙子和其他灰尘、垃圾等杂质的密度。外观与金子极为相似的黄铁矿(二硫化铁)其密度也仅为5.0g/cm³。**利用金子的高密度，就可以将其与其周围的物质分离。**

淘金者从砂砾中淘金的过程是：将含有金粉(金子小颗粒)的砂子和其他杂物的混合物放入一金属浅盘中，然后浸入水中，转动盘子，使水沿着盘沿旋转，同时慢慢将水倾出。此时，水会将密度较小的沙子和其他杂质带出，而密度较大的金子就因沉淀而留了下来。这一过程不断重复直到所有的杂质都被去掉而纯净的金粉留在盘底为止。

今天，金矿的开采已经机械化了。在开采时，利用一种称为**挖泥船(dredge)**的机器进行。不过，利用密度的不同来分离金子的基本原理没有改变。挖泥船聚起大量的泥沙和其他杂物，然后用水冲洗，其分离金子的方法与当年的淘金方法十分相似。

☑ ***想一想　为什么密度是金的一种特性？***

铜及其电解

在自然界中，金一般是以单质形式存在的，而其他一些有用的金属却并非如此。例如，铜总是以化合物的形式存在于自然界中。铜的化合物一般存在于岩石中。含有某种金属或其他具有经济价值材料的岩石称为**矿石(ore)**。

通过粉碎的方法，是不能从含铜的矿石中获得纯铜的。**为了提取矿石中的铜，必须利用金属的化学活性。**当电流通过





图1-17　矿石中含有一定量与其他元素结合的金属。

A. 孔雀石

B. 黄铁矿(含有铁)

应用概念　为什么矿石的性质与其所含元素所组成的单质的性质不同?

含有铜的化合物的溶液时，铜就与该化合物所含的其他元素因发生化学反应而分离，这一过程就称为**电解(electrolysis)**。其英文的意思就是“**电分割(electric cutting)**”。在电解过程中，电流将化合物中的金属与其他元素结合在一起的化学键打断了。

电解时需要能产生电流的电池或其他能源，以及能持续传输电流的金属导线(电线)，每根电线的一端连有

生活实验室

操作技能

分离铜

在自然界中，铜通常以和其他元素结合成化合物的形式存在。在本次实验中，你将对一种称为氯化铜的化合物进行电解，把其中的铜分离出来。

问题

怎样通过电解方法将铜从其化合物中分离出来？

技能

如何观察和推断

实验材料

250mL 玻璃缸　　6伏电池

2个纸夹(回形针)　索引卡片(硬纸卡片)

具有鳄鱼夹的金属导线和带有导线的电源

氯化铜溶液（0.6mol/L）50～100mL

操作步骤

1. 将回形针拉直并在一端弯成钩状。将直的一端穿过索引卡片直到钩状的一端碰到卡片为止。



2. 取另一回形针重复步骤1。这两个回形针作为电极用。

   注意：穿过卡片时保持与前一回形针 2～3cm 的距离。

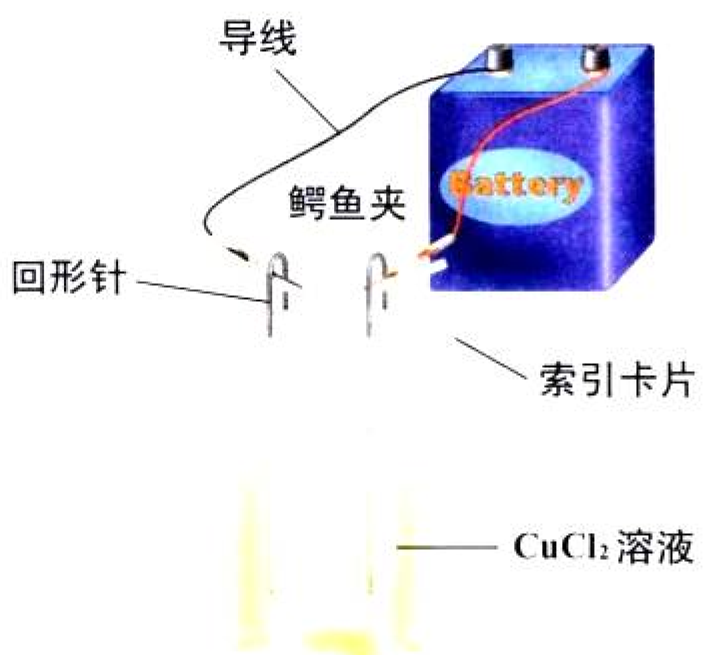
3. 在玻璃缸中倒入足量的氯化铜溶液，使带有回形针的硬卡片放在缸上时，回形针长的一端的一半能浸入溶液中。

   小心：氯化铜溶液会刺激你的皮肤和眼睛。不要用手接触该溶液或沾在你的嘴上，该溶液会污染你的皮肤和衣物。

4. 将制作好的索引卡片放在缸上。如果回形针直的一端不能有一半浸入溶液中，则补加氯化铜溶液。

一块狭长的金属片，称为**电极 (electrode)**。将两块电极浸入溶解有铜矿的水溶液中。当电流通入溶液时，一块电极吸引矿石中的金属，而另一块电极则吸引其他材料。

当第一块电极板上覆盖了足够多的金属原子时，人们即可将其刮下收集起来。该电解过程一般可以在烧杯中进行，但制铜工业中所进行的电解，规模要大得多，生产的量也更大。



5. 根据上面的示意图将两根导线的一端分别接在电池的正、负电极上，具有鳄鱼夹的另一端分别夹在两个相互分开的回形针有钩子的一端，避免两个回形针相互接触。
6. 现在先预测一下，当通电 2 ~ 3 分钟后，你认为会发生什么情况。
   提示： *氯化铜溶液中存在什么元素？*
7. 让实验装置通电2 ~ 3分钟左右，直至你看到其中一个电极上有沉积物形成，并能观察到有气泡产生为止。
8. 移开盖在缸上的索引卡片，用你的鼻子凑近玻璃缸并用手轻轻扇动，闻一下有什么气味。
9. 从开始通电起，观察溶液的颜色是否有变化。
10. 断开电路，注意观察电极端处的颜色变化。

分析和结论

1. 画出你的实验装置示意图，指出哪一个电极与电池的正极相联，哪一个电极与电池的负极相联。
2. 哪个电极上有铜产生？哪个电极上有氯气产生？
3. 溶液的颜色若有变化，解释为什么。
4. 比较铜、氯气和氯化铜溶液的性质。
5. 描叙实验过程中你所观察到的各种变化。区分哪些属于物理变化，哪些属于化学变化。
6. **应用** 以你在整个实验过程中所观察到的现象为依据，解释氯化铜为什么属于化合物而不是混合物。

进一步的探索

假如你将正、负极接反了，预测一下结果会有什么不同。经老师同意后，进行上述实验，观察结果是否和你的预测一致。



图 1-18 利用大规模的化学反应来生产有用的材料是完全可能的。这台高炉就是通过碳和铁矿石的化学反应来生产金属铁的。炼铁用的碳是焦炭，它是由煤生产的。

铁及其化学活性

在铁矿石中，元素铁也是以与其他元素结合形成化合物的形式存在于自然界的。这种常见的有用金属是怎样从其矿石中分离出来的呢？如果将大量的含铁矿砂和焦炭放入高温炉内，金属铁就产生了。

用这种方法之所以能够生产金属铁，关键在于铁矿石和碳的化学活性。铁矿石的主要成分是铁的氧化物(铁和氧的化合物)。炼铁用的碳称焦炭，是由煤制成的。加热时，碳能与矿石中的氧发生化学反应生成新的物质，而将纯净的铁留了下来。

今天，你可以在如图1-18所示的巨大高炉前观察到类似的提炼过程。炼铁高炉就是在高温下用大量的焦炭将铁从熔融的铁矿砂中提炼出来的。用这些高炉生产的铁可以用来生产钢——铁与其他元素混合而成的一种混合物。

第四节复习

1. 叙述淘金时是怎样利用金子的某一特性的。
2. 怎样利用化学性质将铜从其矿石中分离出来？
3. 当将铁矿石与碳混合加热时，矿石中的各元素将发生什么变化？
4. **理性思维　作出判断**　地球作为太阳系中的一颗行星，其所含有的各类金属的量是有限的。预测一下，将来回收利用铝、铁和其他金属是否是一项更为重要的工作。

课题 1

检查进度

将你所设计的实验方案、样品与某位新的合作者交换，重复该合作者的实验。尽可能按他的实验方案进行操作。与你的合作者分享你的结果。考虑几种方案来改善你和你的合作者的操作步骤，使操作更清晰明了。

学习指南

SECTION 1 物质概述

主要概念

- 物质构成了宇宙的一切。物质一般具有三种物理状态：固体、液体、气体。
- 利用物质的特性可以鉴别该物质。
- 在物理变化中，只是物质的状态发生了改变，而物质本身并未发生任何变化。在化学变化中，由于一种或多种物质相互结合或分解，因而生成了新的物质。
- 物质可以分成两种基本类型：混合物和纯净物。纯净物包括单质和化合物。

关键术语

特性	混合物
沸点	溶液
熔点	纯净物
物理变化	单质
化学变化	化合物
化学活性	



SECTION 2 物质的测量

主要概念

- 质量是对物体本身所含物质多少的度量。如果将物体移离地球，其重量会发生变化，而其质量却保持不变。
- 物体的密度等于质量除以体积。密度的单位是质量单位除以体积单位。例如：每立方厘米多少克(g/cm^3)。

关键术语

重量	体积
质量	密度
国际单位制(SI)	

SECTION 3 物质的构成

主要概念

- 原子是极其微小的粒子，它是组成物质的基本粒子之一。
- 道尔顿认为，原子是不可再分的光滑的刚性小球。同一单质的原子完全相同，每一种单质是由组成它的元素的原子构成的。
- 在许多情况下，组成化合物的基本粒子是分子。分子是原子结合在一起的产物——原子团，它是组成化合物的基本单位。

关键术语

原子	分子
化学键	

SECTION 4 地球上的元素

与地球科学的综合

主要概念

- 利用元素的特性，可以将元素从其在自然界中所形成的状态中分离出来，从而获得纯净的单质。
- 大地蕴藏了许多含有不同金属的沉积物，这些金属往往与其他元素结合在一起。含有金属元素并被认为有开采价值的沉积物称为矿石。

关键术语

矿石
电解
电极





活动 相关网站

www.science-explorer.phschool.com

复习题

选择题

(选择最佳答案)

1. 物质的特性之一是 ______。
   - a. 大小 b. 化学活性
   - c. 数量 d. 形状
2. 混合最均匀的混合物是 _____。
   - a. 单质 b. 化合物
   - c. 溶液 d. 化工产品
3. 与物理变化不同，化学变化总是 _____。
   - a. 发生熔化或沸腾
   - b. 生成一种或多种新的物质
   - c. 物质的物理状态发生了变化
   - d. 需要很长的时间
4. 物体的密度等于 _____。
   - a. 长、宽和高的乘积
   - b. 体积除以质量
   - c. 质量和体积的乘积
   - d. 质量除以体积
5. 将金属铁从其矿石中提取出来的方法包括 _____。
   - a. 将矿石和碳一起加热
   - b. 在冰浴中冷冻矿石
   - c. 将矿石分成小块
   - d. 采用类似淘金的方法

判断题

如果叙述正确，写“T”；如果错误，写“F”，并修改划线部分。

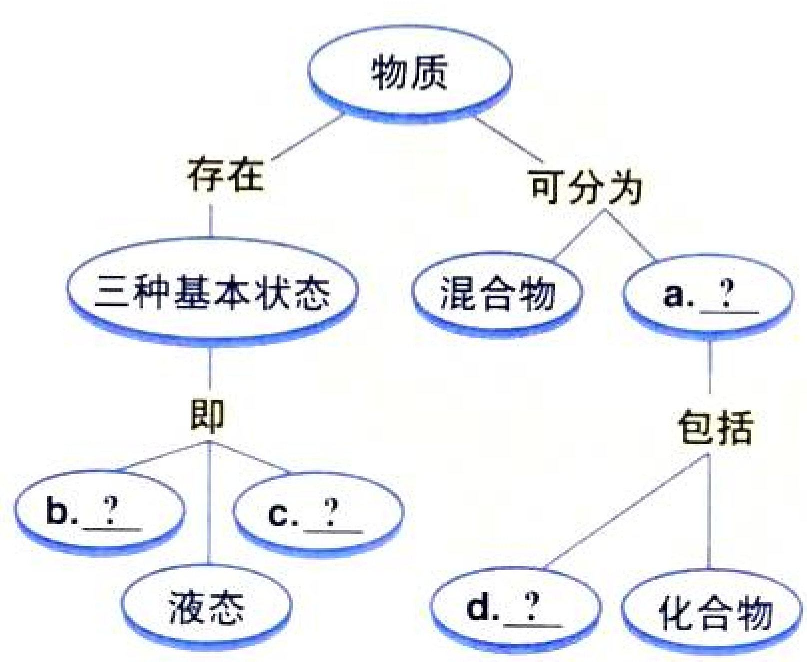
6. 物质由固态变为液态时的温度称为该物质的沸点。
7. 当你在宇宙中将物体从一地移到另一地时，其重量将保持不变。
8. 每毫升多少克(g/mL)为体积的单位之一。
9. 道尔顿的理论之一是，每种单质都是由同一元素的原子构成的。
10. 通过电解可获得有利用价值的铜。

简述题

11. 将一张纸撕成两半，这一过程发生的是物理变化还是化学变化？为什么？
12. 给你一个量筒和一些水，你如何来测定一小块岩石的体积？
13. 为什么密度属于物质的特性，而质量与体积不是？
14. 在一种化合物中，原子与分子存在怎样的关系？
15. **科技写作** 写一篇描述物质性质的小故事。要求至少选择六种以上的物质，以它们为对象，通过生动有趣的内容与形式描述这些物质的不同特性。选择的物质既可以是自然界存在的，也可以是人造的物体。同时，根据物质的共性和个性来区分不同的物质。好，现在就请你开始写第一段。

形象思维

16. **完图填空** 将下列有关物质分类的完图填空抄写到另一张纸上，然后完成填空并给其取一个标题。（有关完图填空的更多内容，请参见技能手册。）



应用题

根据下列表来回答第17-19题。该表所列的是六种硬币的质量和体积数据。

硬币	质量/g	体积/cm³
A	3.1	0.41
B	4.0	0.50
C	8.6	1.2
D	8.0	0.95
E	9.8	1.1
F	5.0	0.67

17. 计算 根据表中的数据，计算A-F硬币的密度。

18. 分析数据 在奥地利，所有的硬币都是由铜和锌的合金制成的，其密度为8.42g/cm³。请问：上表中，哪一种硬币可能来自奥地利？

19. 结论 铜的密度为8.92g/cm³，锌的密度为7.14g/cm³。A、B两种硬币，哪一种所含的锌的量多？哪一种含有的铜的量多？为什么？

敏锐思考

20. 相似性和不同性的比较 比较原子和分子的共性和个性。这两种粒子有哪些共性？它们之间的关系如何？举例说明这种相互联系。

21. 分类 下列哪种是溶液：酸果蔓汁、一碗杂粮和牛奶的混合物、尚未烤制的巧克力饼干。

22. 解答问题 你怎样来证明盐水溶液是一种混合物而不是化合物？首先比较溶液的性质与组成该溶液的各组分的性质，然后作一计划将溶液分离成组成该溶液的各组分。

23. 应用题 以道尔顿的原子理论为依据，你怎样解释纯物质的每个样品都具有相同的性质？

24. 推理 固态金的密度要大于液态金。在质量一定的情况下，固态金变为液态金时，体积会发生怎样的变化？

学习评估

课题1 总结

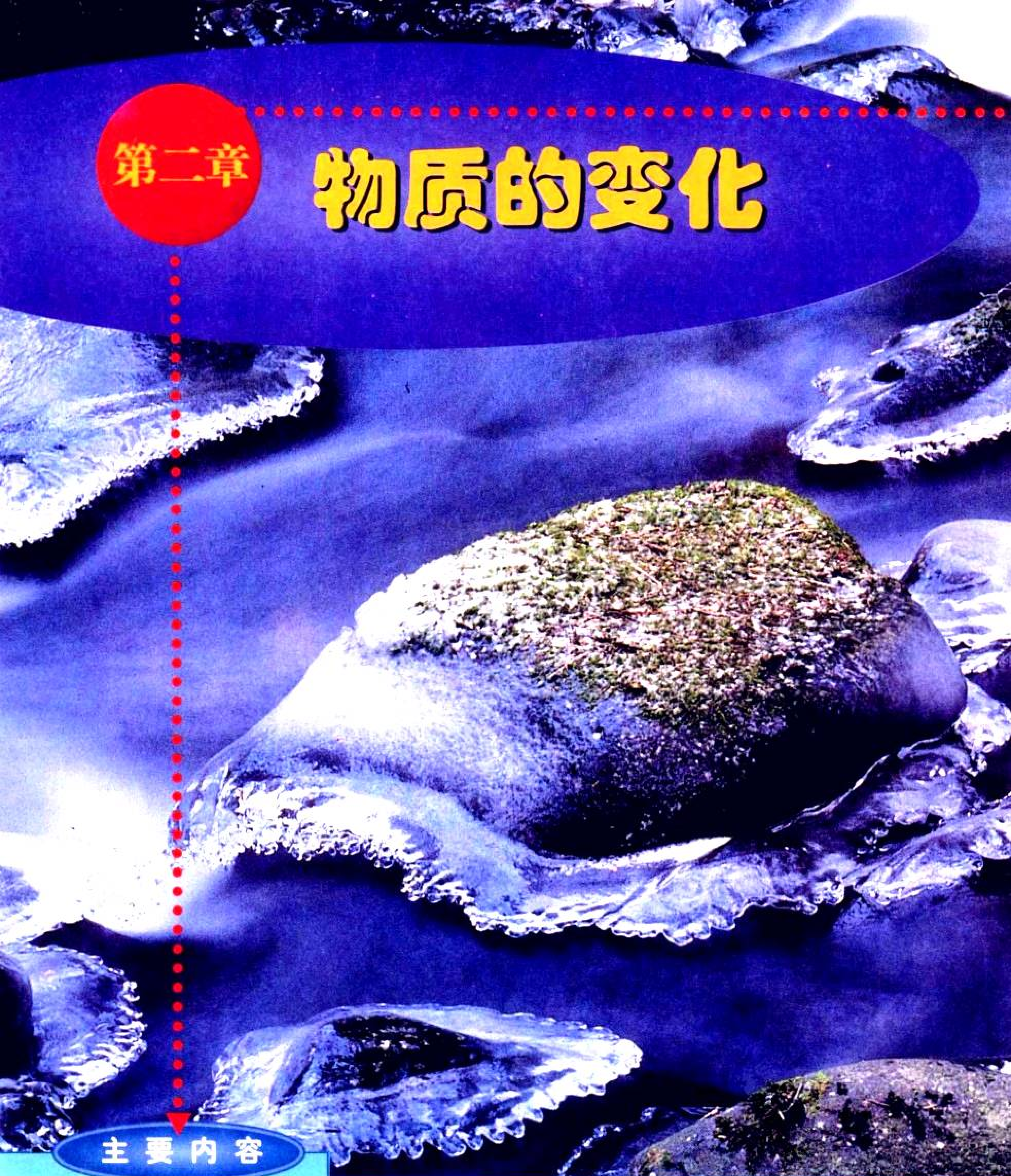
实验汇报 与你的同伴一起将你们所收集到的数据加以整理，然后将结果向其他同学展示，让他们能够了解用你的操作步骤能否得到同样的结果。向全班同学简要说明你们的操作步骤和结果。

思考与记录 在你的实验记录中，记下你的实验结果并叙述你所能作出的结论。你对你所作出的结论满意吗？如果重做该实验，你将对你的操作步骤作哪些改进。

实践活动

在家中 对你家中的物质作一概括，将这些物质按固体、液体、气体分类。列出一个表，按固体、液体、气体分成三栏，在每一栏中填入属于该状态的具体实例。物质的哪一种状态最为普遍？为什么你有如此看法？

第二章 物质的变化



主要内容

SECTION 1 固体、液体和气体

探索 什么是固体、液体和气体

试一试 与蜂蜜比黏度

SECTION 2 气体的性质

探索 对着镜面哈气时会发生什么

增进技能 提出假设

试一试 气球试验

SECTION 3 用图表描述气体的性质（与数学的综合）

探索 温度—压强曲线图的含义

技能实验室 认识气体

课题 2

绘制物质发生状态变化的卡通

左图这条河是物质变化的典型代表。冬天，河面结了冰，冻成了固体。而现在正值春天，冰开始熔化，河水正在向下游流淌，河边的岩石上长出了青苔等植物，大地又开始了它们年复一年的循环。

如果你能非常近距离地观察这些冰、水、岩石和青苔，你将会发现，这所有的物质都是由微小的粒子组成的。在这一章中，你会学到如何通过这些粒子的变化规律来解释固体、液体和气体所表现的各种性质。你的任务是要建立一种模型，以说明物质从固体变为液体，再由液体变为气体时，构成物质的粒子发生了什么变化，这些变化又是如何进行的。

课题目标 创作一个幽默小品或卡通画，说明构成物质的粒子在物质从固体变成液体、再变成气体，以及由气体变为液体、再变为固体时的情况。

为了完成这项课题，你必须：

- 描述每种状态变化时粒子的运动情况；
- 以故事的形式构思小品或卡通画；
- 创作以你的课题为内容的卡通画或小品。

课题准备 和全班同学一起，集思广益，尽可能列举固体、液体和气体的各种性质，并将其列成一个表。

检查进度 在学习该章知识的同时，你要进行该项课题的研究。为了按时完成你的课题，可以在以下各阶段检查你的进度：

第二节复习 第55页：描述固体、液体和气体中的粒子并开始构思故事情节。

第四节复习 第69页：完成你的卡通画或小品创作。

总结 在本章的最后（第73页），将你所创作的卡通画或小品在班上展示。

SECTION 4 物理变化和化学变化

- 探索 点燃的蜡烛和沸腾的水有什么不同
- 试一试 自制胶水
- 技能实验室 冰的熔化

俄勒冈州国家自然风景区哥伦比亚河谷婚妙湾上的浮冰。

SECTION 1 固体、液体和气体

探 索 **活 动**



什么是固体、液体和气体

1. 将一片抗酸剂（发泡型）碾碎，然后放入一个干瘪的大气球内。
2. 取一个1L的塑料汽水瓶，加入半瓶水，然后将气球口紧套在瓶口上。

   注意： 此时不要将抗酸剂碎片倒入瓶中。
3. 待第2步完成后，抖动汽球将抗酸剂碎片倒入瓶中。观察约2分钟，看看有什么现象出现。
4. 将气球从瓶口移开，检验气球内有什么。

思考

概括 根据此次实验所遇到的物质的三种不同状态（固体、液体、气体），用你自己的语言来定义这三种状态。

阅读指南

- 在描述物质的三态变化（固态、液态、气态）时，为什么要使用物质的形状、体积以及粒子运动等概念？

阅读要点 在阅读前，先将你认为的固体、液体和气体的特性列成表，在阅读时，根据课本内容不断修改表中的内容。

如果你参加过明尼苏达州St.Paul一年一度的冬季狂欢节，你肯定会看到一些晶莹剔透、不同寻常的建筑，这些就是精心制作的冰雕。当地的人们通过制作巨大的冰雕来庆祝冬季的来临。多年来，这些巨大的雪人以及如图所示的用冰块建造的巨大水晶宫一直是该狂欢节的象征。

但是，即便是在明尼苏达州这样寒冷的地方，任何用冰和雪制作的东西也都无法保持到冬季结束。当气温上升时，像雪人和水晶宫之类的冰雕都将熔化成液体水。与结冰的水不同，液体水无法制成有形物体。

我们这个世界充满了能发生三态变化（固态、液态、气态）的各种物质。显然，水是最常见的一种。观察周围的世界，我们很容易找出处于不同状态的物质实例，但要科学地定义物质的三态却并不那么容易。为了正确定义固体、液体和气体，需要从审视它们的性质入手。

就像本书所要介绍的那样，物质处于什么状态完全取决于它是否具有一定的体积和形状。



图2-1 像这样雄伟壮观的冰制水晶宫每年都吸引了大量的游客前来明尼苏达州St.Paul，参加在那里举行的冬季狂欢节。



图2-2 这些全副武装的潜水员身上背着的是供呼吸用的高压氧气瓶。

分类 *在这张照片中找出处于不同状态的物质实例。*

固体

如果你将像钢笔或梳子这样的固体物质从房间的一个地方移至另一地方时，会发生什么？你会观察到有什么变化吗？在移动的过程中，物体的形状和大小是否发生了改变？如果将钢笔放入碗中，它是否会变得更大些？把梳子放在餐桌上，它是否会变得更扁平些？毫无疑问，这些都不可能发生。**固体(solid)**总是具有一定的体积和形状。如果你的钢笔是体积为$6cm^3$的圆柱体，那么，无论将其放在何处和任何容器内，它都将保持这样的体积和原有的形状。

固体中的粒子 构成固体的粒子如图2-3(A)所示，排列非常紧密，其中每一个粒子都紧紧地固定在某一位置上，这就使得分离它们十分困难。**正因为固体中的粒子是紧密地排列在一起的，且各自固定在特定的位置上，所以固体总是具有固定的形状和体积。**

构成固体的粒子是否完全不运动呢？不是的，固体中的粒子可以振动，换句话说，它们能进行前后左右的小范围移动，这种移动类似于我们人类的原地踏步。你可以将固体中的粒子看作是用弹簧紧紧连在一起的小球体，就像图2-3(B)所示的那样。构成固体的那些粒子基本上都处在各自特有的位置上，而每个粒子又能在各自的位置上作前后左右的振动。

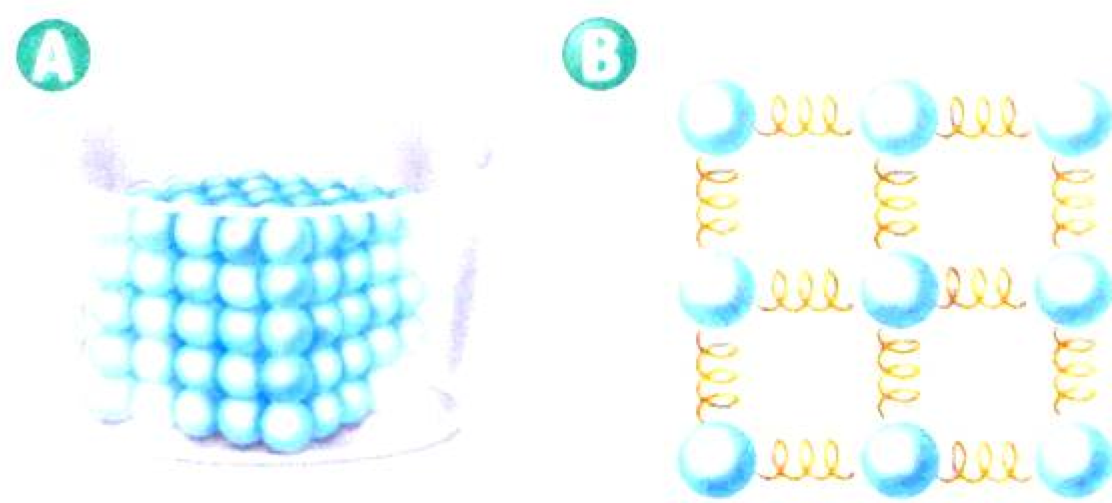


图2-3 这些蓝色小球代表固体中的粒子。
A. 固体保持其自身的形状，它并不占满整个容器。
B. 固体内的粒子可发生振动。



图2-4 在加热像奶油这样的无定形固体时，在它完全熔化前首先发生软化。

固体的类型 有许多固体，其中的粒子以整齐、规则的模式排列，这样的固体称为晶体。由晶体构成的固体称为**结晶体(crystalline solid)**。食盐、食糖、沙子和雪花等都是结晶体。当结晶体，如雪，加热时，它会在特定的温度——熔点时熔化。

还有一些固体，其中的粒子的排列没有规则，这些固体称为**无定形固体(amorphous solid)**。塑料、橡胶和玻璃等就属于无定形固体。与结晶体不同，无定形固体没有固定的熔点。当它受热时，随着温度的升高，它会变得越来越软。也许你已经注意到，像塑料这样的物体如果在大热天暴露在阳光下就会显示出这种性质。事实上，"塑料"一词就含有能够被塑造成各种形状的意思。

想一想 ***结晶体和无定形固体有什么不同?***

液体

与固体不同，**液体(liquid)**自身是没有形状的，它的形状取决于容纳它的容器，没有容器，液体就会向四周铺展开来。湖泊、水潭就是这样形成的。

然而，液体和固体一样，也不易压缩或膨胀。例如，你用手掌挤压水时，水的形状可能会改变，但它的体积并不因此而增加或减少。

如果你将100mL的水从一个容器倒入另一个容器时，体积会发生变化吗？水的体积仍然是100mL，它的体积并不因容纳它的容器的形状的不同而改变。

图2-5 尽管液体的体积不会改变，但它的形状却取决于容纳它的容器，液体的形状随容器形状的不同而改变。

比较 *构成固体的粒子和构成液体的粒子之间有什么区别?*

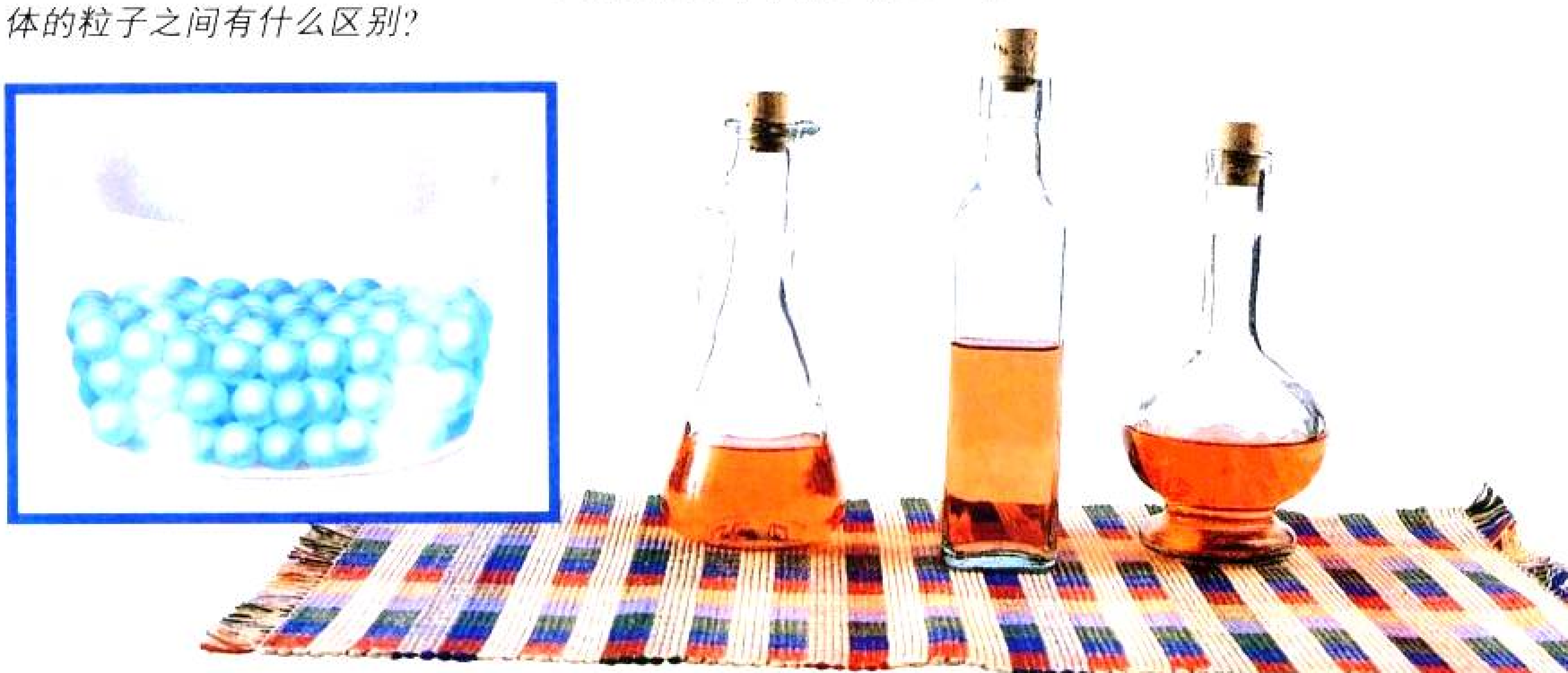




图 2-6 你可以将液体中的粒子想像成火车站上的人群，这两者都可以流动。

液体中的粒子 液体的粒子几乎和固体中的一样，是紧密排列的。但是，液体中的粒子可以在液体中自由移动。正是由于液体中的粒子可以自由移动，因此，**液体虽没有一定的形状，但具有一定的体积**。你可以将液体比作火车站上拥挤的旅客。像液体中的粒子一样，车站上的旅客在各个候车室随意走动，人很多很挤，就好像液体中的粒子紧密排列一样。

黏度 因为液体中的粒子可以在其周围自由移动，所以液体可以从一个地方流到另一个地方。也正因为如此，液体又被称为**流体 (fluid)**，意思是“流动的物体”。

不同的液体其流动性是不同的。有些液体相对另一些更容易流动。影响液体流动的阻力我们称之为**黏度 (viscosity)**。黏度大的液体流动较慢，冷糖蜜就是黏度特别大的液体之一。黏度小的液体流动较快，水就是黏度相对较小的一种液体。

与地球科学的综合 测试火山爆发时喷出的熔岩的黏度，可以确定火山爆发的类型。如果熔岩松软而稀薄，这种熔岩的黏度较小，说明火山爆发的力度不大；如果熔岩的黏度很大，外观上显得又厚又稠，那说明此时的火山爆发威力很大。

气体

与固体和液体不同，**气体 (gas)** 很容易改变其体积。如果你将气体灌入一密封的容器中，气体很快就会扩散从而充满整个容器，气体的形状和体积取决于容纳它的容器的形状和体积。做个深呼吸，你的胸部会膨胀，就是气体膨胀的结果。你是否能感觉到空气是通过你的鼻、口流入

试一试

与蜂蜜比黏度 活动

通过该实验，你将了解如何比较两种液体的黏度。

1. 将两个透明的塑料广口瓶放在桌上，一个装满蜂蜜，另一个装满菜油，确信两个瓶盖都已盖紧而不会渗漏。
2. 将两个瓶子同时颠倒放置，观察所发生的现象。
3. 再把它们颠倒过来，观察所发生的现象。

观察 哪一种液体的黏度大？哪些证据使你得出这样的结论？



图 2-7　构成气体的粒子可以被挤压在小的容器内；相反，如果不加限制，气体也可以四处扩散。这有点像图中飞翔的海鸥。

你的体内？空气实际上是一种混合气体，但其行为如同一种单一气体。当你呼吸时，空气就通过你的口经气管进入你的肺部，无论经过呼吸系统的哪个部位，空气都在改变其形状和体积。当你呼出气体时，这种变化再逆向发生一次。呼吸时，如果你把手放在嘴前，你会感觉到周围的空气在流动，并穿过你的指间。

如果你能看到构成气体的每个粒子，你会发现这些粒子正向着各个方向高速飞舞。**气体粒子能够扩散并充满所有提供给它们的空间，因此，气体既没有一定的形状，也没有一定的体积。**你可以将气体比作如图2-7所示的一群海鸥。像气体粒子一样，这些海鸥向不同的方向快速飞翔，它们既可以扩散而“充满”提供给它们的所有空间，也可成群地挤在一起。

第一节复习

1. 叙述固体中的粒子是怎样排列的。
2. 根据构成液体粒子的移动方式的有关知识，解释液体在形状和体积方面的特性。
3. 根据气体粒子的相关知识，说明为什么气体既没有一定的体积，也没有一定的形状。
4. **理性思维　因果关系**　玻璃是一种无定形固体。根据这一性质解释，吹制玻璃的工匠为什么能够通过加热对玻璃进行弯曲、变形、雕刻等工艺加工。

家庭小实验

向你的家人展示液体和气体的不同。找一个长形塑料瓶，尽可能地注满水，用手指封住一端并将其拿至水槽上方，请一位家人挤压瓶子。然后将塑料瓶中的水倒出，再用手指封住一端，同样请家人挤压瓶子。他们是否注意到了前后两次试验的结果有什么不同？运用构成液体和气体的粒子模型来解释所观察到的实验现象。

SECTION 2 气体的性质

探 索 **活 动**

对着镜面哈气时会发生什么

1. 取一面镜子，用干布擦净镜面。描述镜面的情况。
2. 将镜子放在离你的脸约0.5厘米处，然后再对着镜面哈气，观察镜面发生的变化。按同样的办法不断将镜子离远一些并哈气，直到可以观察到镜面发生了变化。

思考

提出假说 当你对着面前的镜子哈气时，你发现了什么？你能解释这一现象吗？为什么镜子离你较远时，你看不到任何现象？

每年的感恩节，纽约市民都要聚集在一起，观看大型的巡游表演。也许你是在电视上看到的，或是亲临现场看过这样的表演。这种游行表演以漂浮的大型卡通造型气球而著称，如图2-8所示。图中的这些气球之所以能漂浮在空中，是因为气球内充满了密度比空气小的氦气。

假如要你承担筹办巡游用气球的工作，那么你将要面临许多问题，如，气球多大才合适？每个气球中应充入多少氦气？这些气球是否会受到气候冷暖的影响？等等。为了回答这些问题，你首先要了解气体的性质。

阅读指南

◆ 气体的体积、温度、压力之间有什么相互关系？

阅读要点 在你阅读之前，将每个标题都改成问题。阅读时，对每个问题都作一简要的回答，并将你的答案记录下来。



图2-8 纽约市中央公园上空漂浮的氦气球——红色塑料大狗。



图2-9 钢瓶中的氦气是在高压下充入的，充入的气体被用厚厚的钢板做成的钢瓶密封起来后，就具有了钢瓶的体积。

气体的测量

图 2-9 中的钢瓶内究竟有多少氦气？也许你会说，测量一下钢瓶的体积就能得到答案。但事实上，气体是很容易压缩或膨胀的。为了将氦气充入钢瓶，首先要将氦气压缩，也就是说，瓶内的氦气是被紧紧地挤压在一起的。在用钢瓶内的氦气充气球时，可以充入到气球内的氦气的总体积将大大超过钢瓶的体积。可是，实际充入的氦气体积还取决于那天的温度和大气压。那么，测量体积、压力、温度的真正意义是什么呢？

体积(volume) 你已经知道，体积是指物质所占有的空间大小。体积用立方厘米、毫升、升等单位来度量。因为气体能充满所提供的整个空间，所以，气体的体积就是充满该气体的容器的体积。

温度(temperature) 热气腾腾的汤、温暖的手以及刺骨的寒风都是你日常生活中经常遇到且具有不同温度的物体。那么，测量温度的真正含意是什么呢？让我们共同回忆一下，任何物质，不论是固体还是液体或气体，其粒子总是处在运动之中。温度实际上是对物质粒子运动平均动量的度量。粒子的运动愈快，其能量就越大，温度也就愈高。你可以将温度计想像成分子测速仪。

即使在常温下，气体粒子的平均运动速度也是相当大的。例如，在20℃的室温下，一般气体粒子的运动速度大约为每秒500米！

增进技能

提出假设 活动

1. 将肥皂水倒入一个大的浅盘内，如有可能，再加入一些甘油。
2. 取一根细铅丝，将其弯成环状。
3. 将铅丝环在肥皂水中蘸一下，然后对着环吹气，此时将产生一些肥皂泡。仔细观察所产生的这些肥皂泡。
4. 可能是什么因素改变了这些肥皂泡的体积？你如何来证明你的假设？

压强(pressure) 因为气体粒子在不断地运动，所以它们会不断地发生相互间的碰撞。不仅如此，气体粒子还与包容它们的容器壁发生不断的碰撞，其结果是，气体会对容器壁产生向外的推力。气体的压强就等于气体作用在容器壁的这个推力(**压力** **pressure**)除以容器壁的面积。压强的测量单位为千帕(kPa)。

与物理学的综合

$$\text{压强} = \frac{\text{压力}}{\text{面积}}$$



图2-10 气体粒子总在不停地运动，它们不仅相互碰撞，而且还与容纳该气体的容器壁发生碰撞。

像足球这样的充气物体，其硬度取决于球内气体的压强。如果气体(如空气)从球中泄漏出来，压强就会减小，球也就变软了。问题是，当球被刺破时，球内的气体为什么会渗漏出来？答案是，气体总是具有从高压区域流向低压区域的倾向。由于球内空气的压强要高于外界空气的压强，因此，球内的气体粒子就以巨大的力量撞击洞口并冲出洞外，与此同时，球外的气体粒子也在撞击该洞口，只是由于外界的气压相对较小，即外界撞击洞口的气体粒子数量少、力量小，因此，它们通过洞口进入球内的机会也较少，结果是从球内跑出来的气体粒子远远大于进入的。随着球内气体压力的不断下降，最终球内压强等于球外压强，此时，球内跑出来的气体粒子和球外跑入的气体粒子达到了平衡，从外观上看，球内的气体不再渗漏出来。

☑ **想一想** ***气体的哪三种性质是可以测量的？***

压力和体积的相互关系

压强也与容器的体积有关。以给自行车轮胎打气为例，你可以想像一下，当你将打气筒的活塞往下压时，实际上是你在迫使打气筒内的气体通过橡皮管冲开轮胎上的气门芯进入轮胎。当你将打气筒活塞停在打气筒的一半处并关闭气门芯时，如果你继续往下压活塞，将会发生什么情况呢？



图2-11 当图中的骑车者用手中的打气筒给自行车轮胎打气时，会产生什么结果？她会减少筒内气体的体积来增加其压强，结果是，空气被压入自行车胎内使车胎膨胀起来。

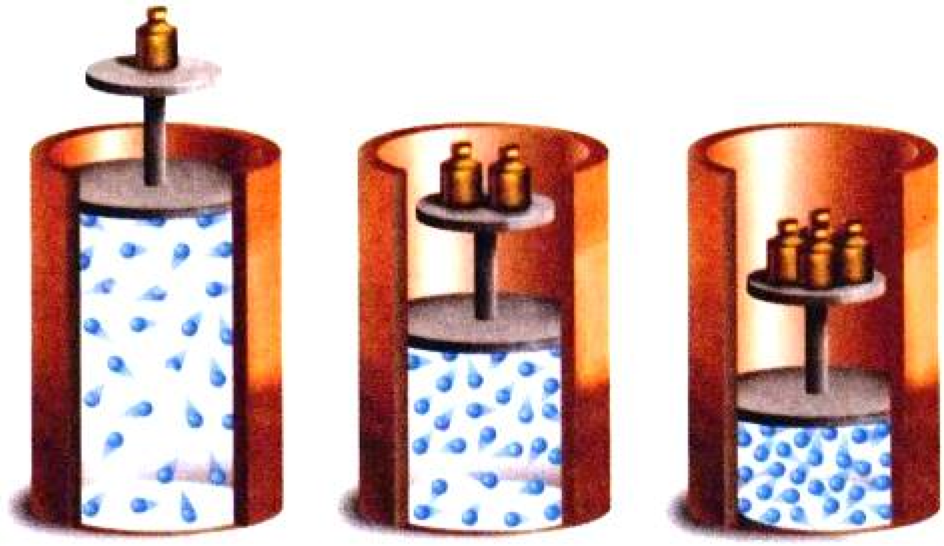


图2-12 随着活塞顶部的重量越来越大，相同数量的气体粒子所占有的空间也越来越小，气体的压强也在不断增加。气体体积与压强之间的这种相互关系称为波义耳定律。

随着活塞渐渐地被压下，打气筒内的气体不断地被压缩，使得气筒内的气压也不断增大。

气体压强和体积变化的相互关系是可以推算的。在恒温条件下，气体压强和体积的相互变化规律称为**波义耳定律(Boyle's law)**，这是以英国科学家R.波义耳的名字命名的。在17世纪，波义耳为了改进空气泵，测定了气体在不同压强下的体积变化，从而找到了气体体积与压强之间的变化规律。根据波义耳定律，**当气体的压强增加时，它的体积就会减少；当气体压强减小时，它的体积就会增加**。显然，当气体的体积发生变化时，其压强会发生相反的变化。

你可以通过简单的实验来验证波义耳定律。以挤压一个充气物体，如气球为例。当挤压气球时，你正在减少它的体积，此时你能够感觉到气球内气体压强在增加。

与地球科学的综合　在用某些高空气球进行的科学研究中，波义耳定律具有重要的意义。这些气球是由轻质塑料制成的，内充有少量的氦气，所充的量以能使其漂起为限。为什么不将其充满呢？原因就是随着气球的不断上升，大气层中的空气压强也在渐渐地减小。随着大气压强的减少，气球内的氦气会不断膨胀，使气球体积不断增加。如果气球内氦气充得过多，那么，在上升过程中，随着空气压强的不断减小，气球不断膨胀，在还未到达预定的高空时，气球的外壁就因无法承受这样的膨胀压力而爆裂，这样就达不到研究的目的。

想一想　什么是波义耳定律？

温度和压强的相互关系

如果有少量沙粒掉在你的皮肤上，你不会有任何疼痛的感觉，但如果你遭遇了沙尘暴，由于沙粒的飞行速度太大，你就能明显地感到疼痛。沙粒的运动速度越大，它们对你皮肤的撞击力也越大。

试一试

气球试验　活动

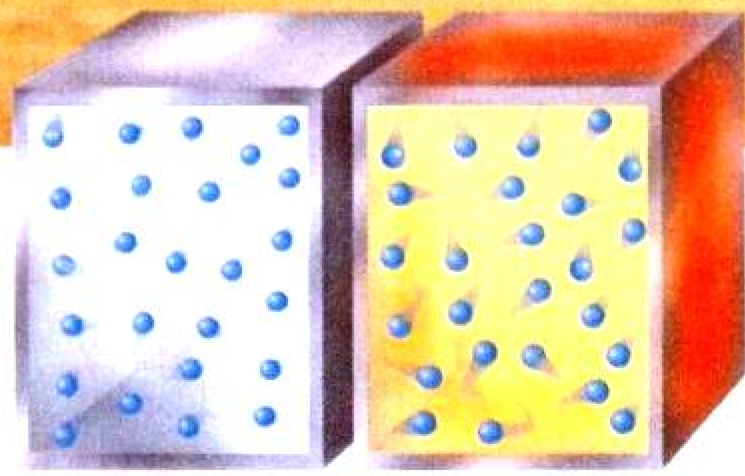
当你改变气体的体积时，结果会怎样？



1. 取一个纸杯和一个充有少量气体的气球，将纸杯扣到气球上。
2. 再将气球充气，直至纸杯受到压强，然后将拿纸杯的手松开。此时会出现什么现象？

提出假设　根据压强和体积的关系，以书面的形式解释：当你松手时，纸杯所出现的现象。你如何来证明你的解释？





温度升高，压强增大 虽然气体粒子比沙粒要小很多，但沙尘暴可以作为研究气体行为的很好模型。像沙尘暴中的沙粒一样，气体中的每个粒子也在高速地向各个方向运动。我们知道，气体的压强就是气体粒子对包容气体的容器壁的撞击力的总和。气体运动的速度越大，他们对器壁的冲力也越大，气体的压强也就越大。

温度是气体粒子运动速度的度量。气体的温度越高，气体粒子的运动速度也越大。由此，我们可以构建温度和压强之间的关系：**当气体温度升高时，它的压强就增加；反之，当气体温度降低时，它的压强就减小。**气体存在这种关系的前提是，气体的体积恒定不变。例如气体被放入封闭而又坚固的容器中。

图 2-13 气体粒子如同沙尘暴中被狂风吹动的沙粒。当气体受热时，气体粒子运动的速度加大，它们相互之间的碰撞以及对容器壁的撞击也愈加剧烈。

因果关系 *哪个容器中的气体温度高？你是怎样得出这一结论的？*

运动中的压强和温度 你是否观察过18轮载重卡车(货车)的轮胎？由于这些轮胎需要承受很大的重量，所以，它们既大又重，而且非常坚固。不过，这些轮胎内部的体积并不大。

在长途运输中，尤其是在夏天，卡车轮胎的温度会变得很高。随着温度的升高，轮胎内的空气压强也在增加，如果压强超过了轮胎所能承受的程度，那么，轮胎就会爆裂。为了避免发生这种意外，卡车司机在长途旅行中，需要不断地监测并调节轮胎的压强。

体积和温度的相互关系

如果气球内的气体温度升高，它的体积也会发生改变，那么，体积是增加还是减少呢？正确的答案应该是“增加”。对大部分物质而言，温度升高，其体积一般都会增加；反之，温度降低，体积会缩小，这就是所谓的热胀冷缩现象。那些负责为巡游准备大型卡通气球的人，就需要了解温度对气体体积的影响，以便掌握好气球的充气量。同样，这些基本原理也可应用于一般聚会上所用的小型气球。

查理定律(Charles's law) 在18世纪后期，一位名叫J.查理的法国科学家仔细观察了在恒压条件下气体温度和体积之间的相互关系。他利用可变体积的容器测定了气体在各种温度下的体积变化。查理发现，**当气体温度升高时，体积就增加，**这一原理称为**查理定律**。你一定记得，在较高的温度下，粒子的运动速度加大，结果对容器壁碰撞的机会也增加了。此时如果容器的体积可以改变，这些碰撞所形成的合力将迫使容器增加体积以使气体能占有更大的空间，这样，气体的体积也就增加了。同样，如果气体温度降低，则它们的体积也就减小。

运动中的查理定律 图2-15展现的是一场篮球比赛。一名篮球队员正在运球，试图冲破对方球员的防守。她拍打一次球，球就快速地从地板上弹回。比赛结束后，她将球带回家，但将球留在了室外。那天晚上的室外气温降至零下4℃。

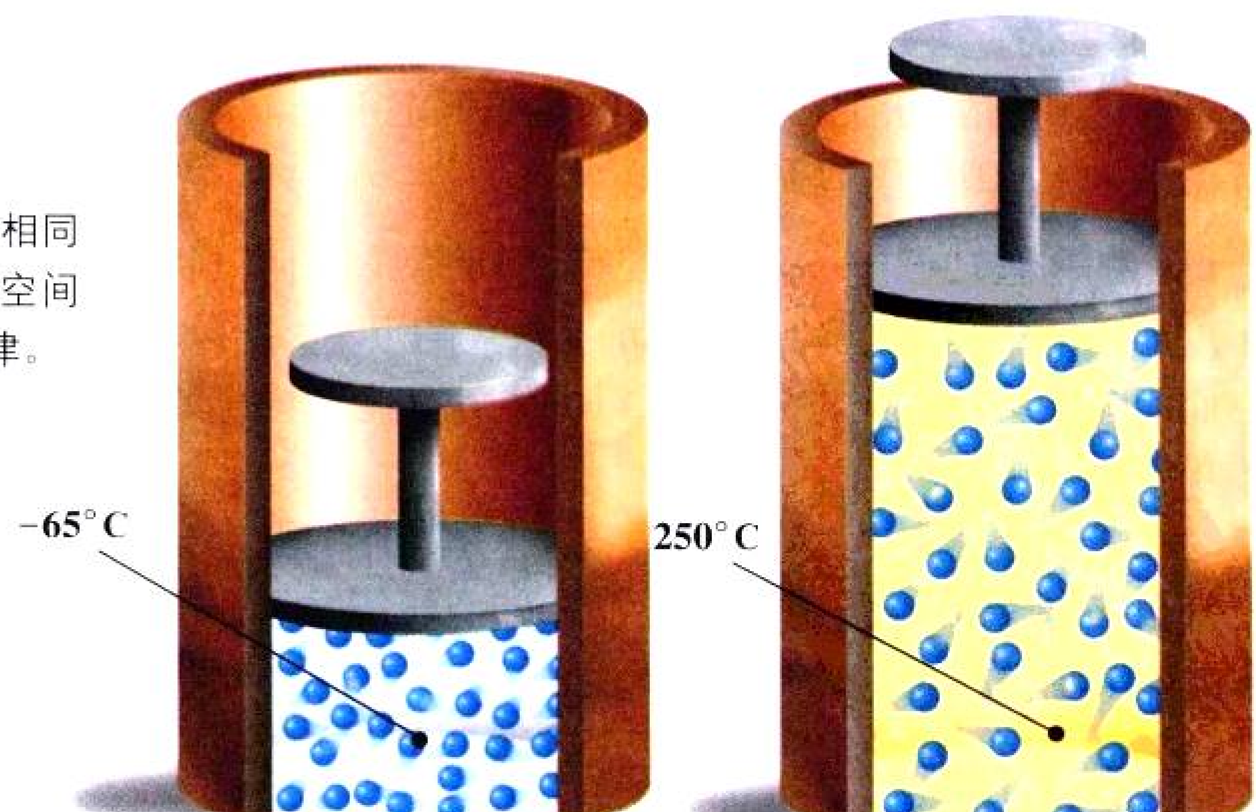


图2-14 温度升高时，相同数量的气体粒子所占的空间会变大，这就是查理定律。





第二天早晨，该球员出门拿起昨天放在门外的篮球，打算在有一对篮球架的室外运动场上练习投篮。当球着地时，啪的一声，球再也弹不起来了！篮球中充足了气，且没有任何泄漏，为什么比赛后只经过了一晚上该篮球的弹性就变差了呢？这种现象可以用查理定律来解释。球失去弹性的原因是，球内空气的体积因室外寒冷的气候而缩小了。因为同样量的气体在较低温度下所占有的空间较小。那么该篮球是否还能恢复弹性呢？完全有可能。只要将该篮球重新带入学校温暖的体育馆内，它又会恢复到原来富有弹性的状态。

图 2-15 篮球队正在室温为26℃的室内体育馆进行比赛。室外温度为零下4℃。

预测 *如果将篮球留在室外的运动场上，该篮球可能会发生怎样的变化？*

第二节复习

1. 描述气体的体积和压强之间的相互关系。
2. 在体积不变的情况下，改变气体的温度，气体的压强将如何变化？
3. 什么是查理定律？
4. **理性思维** **应用概念** 假定在大年三十的晚上，你正在准备大年初一巡游用的卡通充气气球。你已经知道第二天巡游时的气温将由5℃升至15℃，那么，你应该如何调整你的充气量？

课题 2

检查进度

与你的小组人员一起，对物质三态中粒子的运动情况进行描写；然后考虑用文字或图片来模拟每一种状态，决定用卡通图片还是以演幽默小品来表现物质状态的变化。

提示： 准备一块黑板，将你们设计的故事情节用一系列简单的图示和标题画在黑板上。

SECTION 3 用图表描述气体的性质

探索 活动

温度—压强曲线图的含义

温度/℃	压强/kPa
0	8
5	11
10	14
15	17
20	20
25	23

1. 在实验中，保持气体的体积不变，观察温度改变时气体压强的变化。表中列出了温度每改变5℃时，相应的压强变化数据。然后根据这些数据作图。
2. 作图时，以温度为横坐标，范围为0℃～25℃；以压强为纵坐标，范围为0kPa～25kPa。
3. 将每对温度压强数据标在图上。
4. 将这些点用线连起来。

思考

图示 用所作的曲线图说明气体的温度与压强之间的相互关系。

阅读指南

◆ 查理定律和波义耳定律的坐标图看上去像什么？

阅读要点 当你阅读本节有关实验部分的内容时，请参考图2-19和2-21中的坐标图。

由于某城镇人口的不断增加，学校变得越来越拥挤，为此人们不得不对是否要建造更多的学校这一问题作出决定。报纸对此也作了相应的报道，还配了曲线图。

为什么坐标图能帮助说明这一问题呢？这是因为坐标图能表明两个变量之间的相互关系。它能直观地显示，当一个变量发生改变时，另一变量是如何变化的，同时，你还可用坐标图作预测。例如，根据图2-16中的坐标图，可以推测，到2020年该镇的人口可能达到32 000人。当然，这一推论是建立在人口增长速度不变的前提下的。在这一节中，你将学习如何建立用来解释气体性质的坐标图。

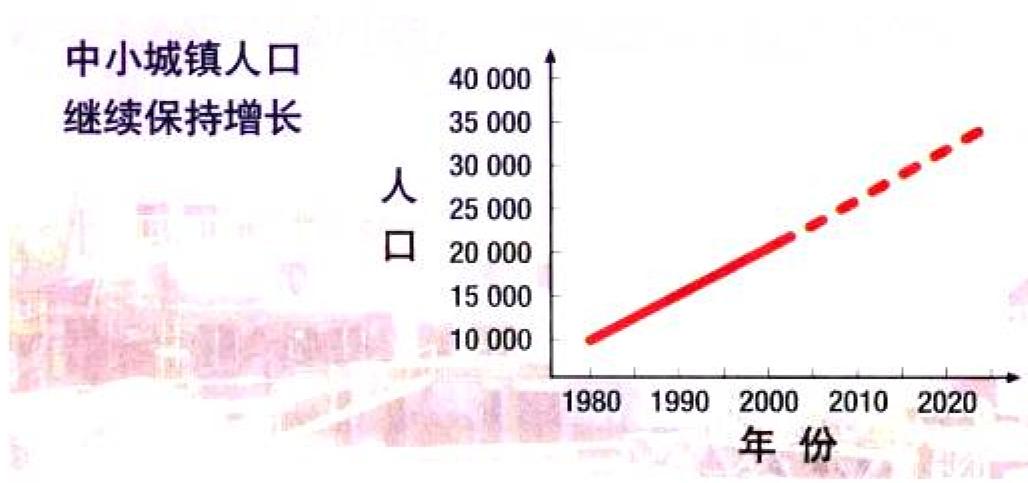
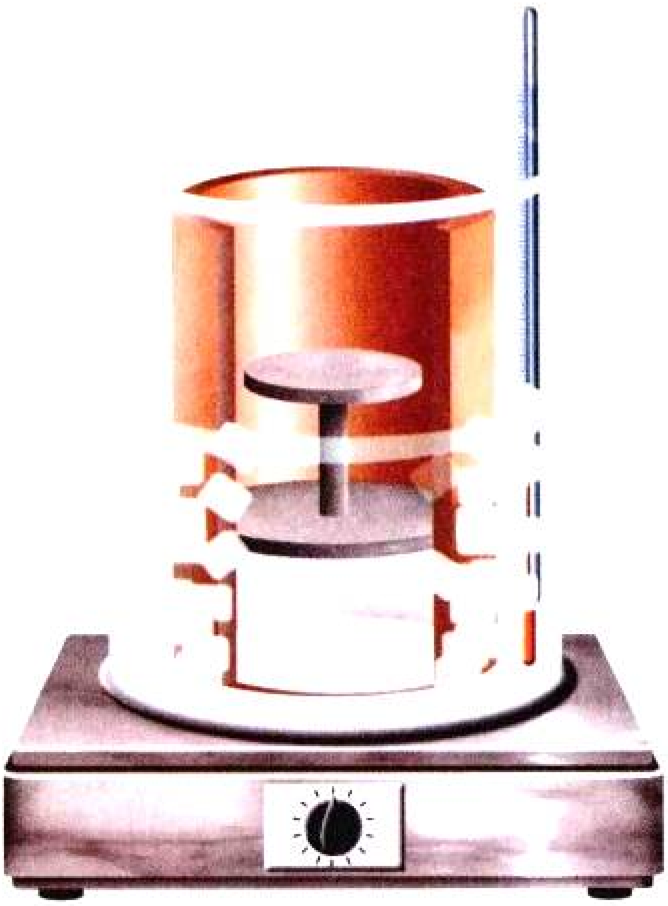


图 2-16 该图显示了该城镇人口稳定增长的情况。图中虚线部分表示在人口增长速度保持不变的情况下，该镇人口的发展趋势。



温度和体积

温度 /℃	温度 /K	体积 /mL
0	273	50
10	283	52
20	293	54
30	303	56
40	313	58
50	323	60
60	333	62
70	343	63
80	353	66
90	363	67
100	373	69

图 2-17 当水浴温度升高时，气缸内的气体温度也因水温的升高而升高。通过实验获得的数据已记录在表中。摄氏温度值加上 273 即转换为开氏（Kelvins）温度值。

在第二节中，你已经学习了查理定律，并了解了在气体压强不变的情况下，气体温度和体积之间的变化规律。你也可以通过测定气体温度改变时体积的相应变化，来研究气体的这两种性质之间的关系。你还可以用实验获得的数据作曲线图来寻找这种相互关系。

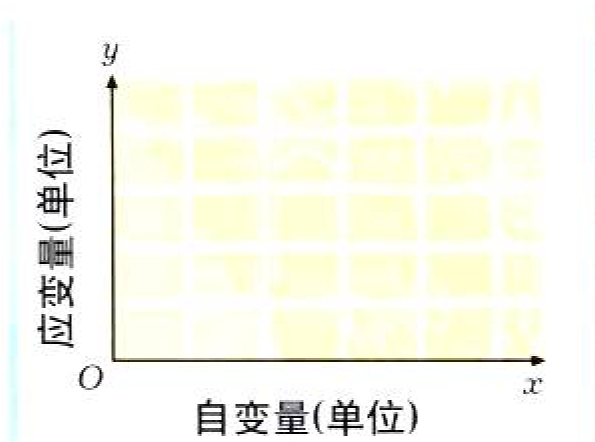
收集数据 就像你从图 2-17 中的剖面图中所看到的那样，作为实验对象的气体被放在一个具有可移动活塞的汽缸内，活塞可以上下自由移动，以使汽缸内的气体能在恒定的压力下改变体积。为了控制气体的温度，整个汽缸放在水浴中。

实验从 0℃ 的冰——冰水浴开始，气缸内的气体体积为 50mL。然后将水浴慢慢加热升温。注意，水温从 0℃ 至 100℃ 要非常缓慢地进行，而且温度每升高 10℃ 时，就要记下此时汽缸内气体的体积。

请注意，图 2-17 中的“温度”栏中列出了两种单位下的温度值，其中第二列为开氏温度（Kelvins），科学家在测量气体温度时一般采用此温度单位。摄氏温度与开氏温度的关系是：开氏温度 = 摄氏温度 + 273。作图时必须使用开氏温度。

绘制坐标图 一张坐标图是由横向和纵向两根线组成的网格构成的，每根线又称轴，轴线被分成了均匀的刻度。横的为 x 轴，表示自变量；纵的称 y 轴，表示应变量。

图2-18 横坐标即 x 轴、纵坐标即 y 轴，两者共同构成了坐标系。



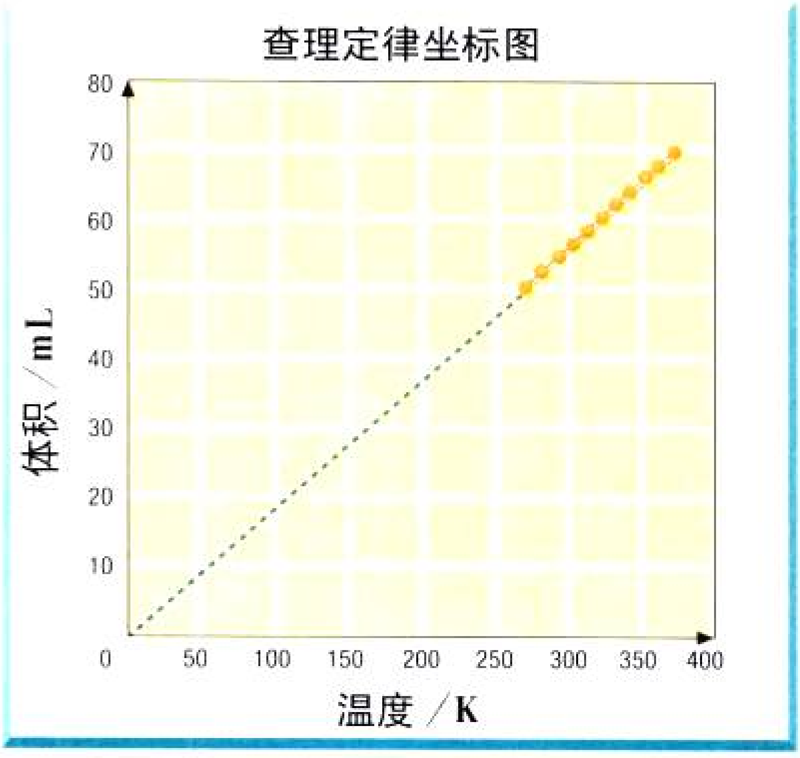


图 2-19 这个曲线图是根据图 2-17 中所列的数据作出的，它显示了查理定律所揭示的温度和体积的相互关系。虚线部分表示被测气体在冷却到更低的温度时，其体积的变化趋势。

每根坐标轴上都标有应变量变化的数值范围。在这里，x 轴的计量单位为开氏(温度)，y 轴的计量单位是毫升(体积)。

从图 2-19 可以看到，如果实验中能使气缸温度降得更低，图中的直线似乎有不断向下延伸的趋势，最终将通过坐标原点(0，0)。如果两个变量的关系在图上显示的是一根通过原点(0，0)的直线，那么，我们称这两个变量**相互成正比例(directly proportional)**。查理定律的坐标图显示，在压力一定的情况下，气体的体积与它的开氏温度成正比例。

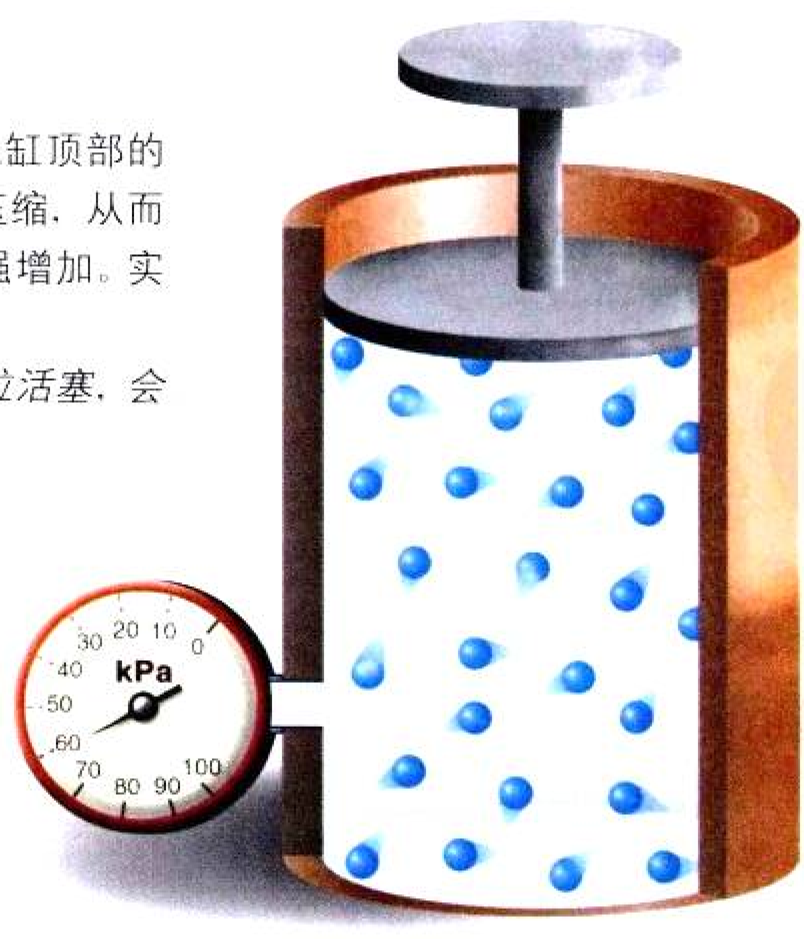
想一想 *在坐标图中，哪个坐标轴表示应变量？*

压强和体积

你可以再做一个实验来说明，温度不变时气体的体积和压强之间的相互关系。你应该记得，压强和体积的关系称为波义耳定律。

图 2-20 通过对汽缸顶部的活塞加压，使气体压缩，从而使汽缸内气体的压强增加。实验数据见右表。

预测 *如果向上提拉活塞，会产生什么结果？*



体积/mL	压强/kPa
100	60
90	67
80	75
70	86
60	100

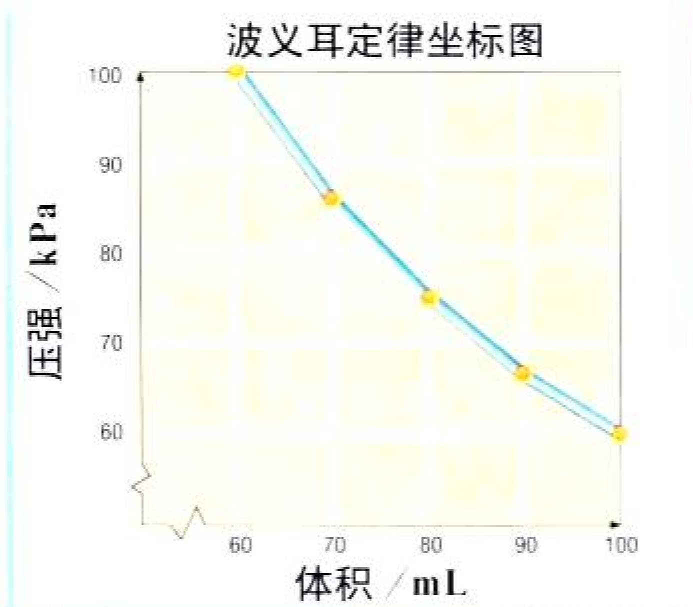
收集数据　在本次实验中，气体仍然放在具有可移动活塞的汽缸内，只是在汽缸上安装了一个压力表，用于显示汽缸内的气体压强。

该实验的初始条件是控制气体的体积在100mL，压强为60kPa。实验开始时，慢慢地推压活塞使汽缸内的气体压缩，记录体积每缩小10mL时气体的压强。

绘制坐标图　为了观察气体的体积和压强的关系，用实验获得的数据在坐标纸上绘图。在研究压强—体积关系的实验中，自变量是体积，用横坐标表示，数值范围是60mL～100mL。应变量为压强，用纵坐标表示，数值范围从60kPa～100kPa。

就像你在图2-21中所看到的那样，将图上标出的点用线连接起来，恰好画成一根光滑的弧线。从图中可以看到，该弧线自左至右斜着向下，而且，向上逐渐接近纵坐标，向下逐渐接近横坐标。如果两个变量之间存在这样的变化关系，那么，这两个变量**相互成反比关系（vary inversely）**。波义耳定律坐标图表明，**当温度恒定时，气体的压强与它的体积成反比**。换句话说，当气体的体积增加时，气体的压强就减小。

图2-21　根据图2-20中的数据所作的坐标图显示了波义耳定律中压强和体积之间的相互关系（未被标出的0～60的刻度被包含在坐标图左下角的缺口处）。



第三节复习

1. 描述查理定律的坐标图。
2. 描述波义耳定律的坐标图。
3. 你如何说明相互成正比例关系和成反比关系的两个变量在坐标图上的差别？
4. **理性思维**　**解释坐标图**　在图2-17的实验中，如果气体的温度升至400K（127℃），请根据图2-19的坐标图，预测该气体在该温度下的体积。

家庭小实验

从报纸或杂志上找出一些坐标图，向你的家人指出这些坐标图中，哪些是自变量，哪些是应变量。然后将这些曲线图与你在本节所接触到的曲线图进行比较，看看你所找到的这些曲线图中，哪些成正比？哪些成反比？

总结

认识气体

在这一实验中，你要用注射器代替空气泵，研究注射器内空气的体积和给注射器活塞所施压力之间的相互关系。

问题

在对气体的施压量增加时，气体的体积将如何变化？

实验用品

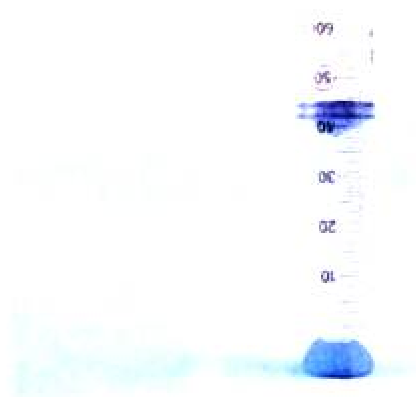
强力塑料注射器（不带针头），其容量不小于35mL。

橡皮泥

四本重量相同的书

操作步骤

1. 在你的实验记录本上制一张如下所示的数据表。
2. 向外拉注射器活塞，使针筒内具有尽可能多的空间（以实验中提拉注射器活塞时不会超出注射器上的最大刻度为限）。
3. 用一小块橡皮泥将注射器针口封住。
   注意：必须保证不漏气。



4. 按上图所示的方法将注射器竖着放在桌上(封有橡皮泥的针口朝下)，用手拿住注射器，请另一位合作者在注射器活塞的顶部放一本书。
   注意：应将书放稳以免从活塞上掉落。
5. 读出活塞显示的体积刻度，并将其记录在你的数据表中。
6. 推测一下，如果有更多的书放在活塞上，会发生什么现象？
7. 再将第二本书放在第一本书的上面，读出此时注射器内气体的体积。同样地，在你的数据表中记下读得的数据。

数 据 表

添加书本		移去书本	
书本的数量	体积 /cm^3	书本的数量	体积 /cm^3
0		4	
1		3	
2		2	
3		1	
4		0	

8. 按操作步骤7将书一本本加上去，每加上一本书时，记下此时注射器内气体的体积。

9. 想一想，当将书从注射器活塞上一本一本移走时，会发生什么现象？

10. 将书从活塞上一本一本移走。每移去一本后，将此时的体积记录在你的数据表中。

分析和结论

1. 利用步骤5、7和8所获得的数据作图，以体积为纵坐标，单位为cm^3，书本的数量为横坐标。将该图命名为“坐标图1”。

2. 利用步骤10获得的数据绘制第二个曲线图，将此图命名为“坐标图2”。

3. 获得的结果是否验证了你在步骤6和9中所作的推测？解释原因。

4. 描述坐标图1曲线的形状，说明该图显示了气体的体积和压强之间存在什么关系。

5. 比较坐标图2与坐标图1，你如何解释这两张图的差别？

6. **想一想** 加第一本书和加第二本书时，气体体积是否发生了变化？变化量是多少？加第二本书与第三本书时，体积的变化量是否与加第一本书和第二本书体积的变化量相同？加第三本书和第四本书之间体积的变化量又是多少？在这一过程中，空气中的气体粒子究竟发生了什么？如何解释这种变化？

设计实验

设计一个以冰和热水为控温设备的实验，研究气体的体积和温度之间存在的关系，并测定气体温度变化所带来的影响。方案经老师同意后，进行这项实验。



SECTION 4 物理变化和化学变化

探索 活动

点燃的蜡烛和沸腾的水有什么不同

1. 带上护目镜
2. 将一个装有半杯水的小烧杯放在电热板上，调节旋钮至中高档，将水煮沸。
3. 将半杯冷水倒入一个空的金属饮料罐。
4. 用橡皮泥将蜡烛竖着固定在烤馅饼用的铝制浅盘内，点燃蜡烛。
5. 用金属钳夹住饮料罐，将其放在点燃的蜡烛正上方3cm处约1分钟。
6. 将饮料罐从蜡烛上方移开，待罐冷却后，仔细观察其底部。
7. 吹灭蜡烛。另取一个金属饮料罐，重复第3、5、6步，但这次要将饮料罐放在沸水的正上方。

思考

提出问题 比较两次实验时从饮料罐底部收集到的物质，分析你所观察到的物质变化。为了确定发生的是物理变化还是化学变化，你还需要解决哪些问题？





阅读指南

- 物理变化和化学变化有什么区别？
- 能量的改变将对物质产生怎样的影响？
- 什么是物质状态的变化？

阅读要点 在阅读时，对物理变化和化学变化的相同点和不同点进行比较。

你周围的世界与变化中的物质息息相关。在冰箱中，水从液体变成固体的冰，植物因为吸收空气和泥土中的养分而变得根深叶茂，各种汽车通过燃烧汽油而从一个地方移到另一个地方。如果你仔细观察周围的一切，你会发现大量有关物质状态、外形以及性质方面变化的例子。

能量及其变化

就像你所了解的那样，物质能够发生两种变化：物理变化和化学变化。物理变化的例子很多，如撕一张纸、弯一根铁丝，或将羊毛纺成纱。**物理变化只改变物质的状态，但不会使一种物质变成另一种物质。**

物质也可以发生化学变化，如木材燃烧。**物质发生化学变化后，该物质就变成了具有不同性质的另一种物质。**如木材燃烧后就变成了完全不同的物质：二氧化碳气体和固体的烟灰等。





图2-22　一位珠宝匠正在将熔化的银倒入铸模中（左）；一支激光棒发出绿色的光芒（右）。

分类　*上述两个例子中，哪一个发生了物理变化？哪一个发生了化学变化？*

与物理学的综合　为了说明物质的变化，科学家提出了能量的概念。虽然要正确定义“能量”并不容易，但可以举出许多这方面的例子，如光和运动是两种不同的能量形式。每种物质由于组成它的粒子在不断运动而具有能量，这种能量称为**热能(thermal energy)**。较高温度的物质具有较高的热能。另一种形式的能量来自于物质内部的化学键，这种形式的能量称为**化学能(chemical energy)**。

任何物质既可获得能量也可失去能量，但无论在什么情况下，物质都在以某种方式发生变化。换句话说，**物质无论在增加或减少能量，都伴随着物质的变化**。加热时，物质获得热能；冷却时，物质失去热能并将其转移给了它所处的环境。许多物理变化和化学变化都包含了加热或冷却过程。在铁板上将薄煎饼烤成金黄色，为实现这一化学变化需要加热；当用牛奶、奶油、食糖和调味剂组成的混合物制作冰淇淋时，为实现这一物理变化需要冷却。

在物理变化和化学变化中，总的能量保持不变，这一原理称为**能量守恒定律(law of conservation of energy)**。“conservation”一词来源于“conserve”，是“保持不变，避免失去”的意思。能量可以从一种形式变成另一种形式，但总能量保持不变。

例如，火柴含有化学能，当将其点燃后，火柴的化学能就转化成了光能和热能，点燃后所产生的总能量等于火柴未点燃时所具有的化学能，整个过程中能量没有任何损失，它只是从一种形式变成了另一种形式。

☑ **想一想**　*什么是化学能？*

固体和液体之间的转化

我们已经知道，物质一般存在固态、液态和气态三种状态。**在一定条件下，物质可以从任何一种状态转变成任何其他状态。**

熔化 由固态变为液态的过程称为**熔化(melting)**。对大多数的纯净物来说，它们都能在特定温度时熔化，这个温度就是该物质的熔点。一种物质的熔点取决于该物质粒子相互吸引的强度。

以熔化冰块为例，熔化所需要的能量来自于室内的空气。冰块获得的热能首先使水分子的振动加速，结果就使冰块的温度升高。

当冰的温度升至0℃时，水分子振动的速度快到足以摆脱它们在冰晶体内所处位置的束缚，此时冰块就开始熔化。熔化一旦发生，冰的温度不再上升，此时冰块获得的能量主要是使水分子从固体冰的排列转换成液体水的排列。这就是你所观察到的熔化过程。

凝固 现在假定你将由冰块熔化而成的液体水放入冰箱，大约1小时左右，水又重新结成(凝固成)了冰。**凝固(freezing)**是从液态变成固态的过程，是熔化的逆过程。

当你将液体水放入冰箱中的冰格内时，水放出能量并将其转移给了冰箱中的空气。失去能量的水分子其运动变得越来越慢，这就意味着水的温度在下降。当温度降至0℃时，水分子的运动已慢到只能在一个固定的位置上振动，这样就使它们形成了规则的排列，从而变成了晶体。就是说，水结成了冰。

在水结成冰的过程中，温度始终保持在0℃不变，直到结冰过程完成(这个温度就是冰熔化时的温度)。结冰过程中所失去的能量等于液态水变成固态冰时分子排列所需要的能量。

社会研究 链接

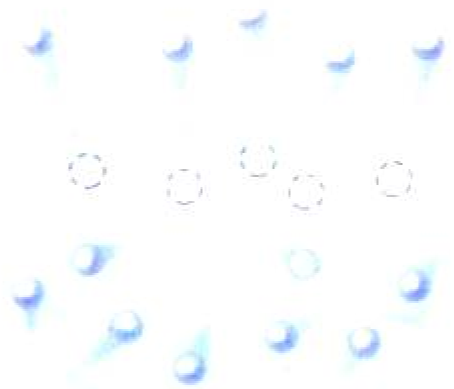
在美国，家用冰箱从20世纪20年代起开始普及。在这之前，人们是靠冰来冷藏食品的。一到冬天，就像下列照片所描述的情景那样，人们从结冰的湖中切割出冰块，然后储藏在称为冰库的建筑物内，供企业和家庭使用。许多人以此为业，靠此维生。

阅读 DIY

设想时间倒退到了80多年前，那时你的家庭因多年从事冰块行业而收入颇丰，生活得很舒适。然而，你听说有一种称为冰箱的新产品诞生了。写一篇短文描述一下你对此产品的看法，说明新产品的出现将会对你的生活产生怎样的影响。



图2-23 这是展现1890年左右新英格兰的照片。你可以看到，人们在结冰的池塘中切割大块的冰，将其储藏在冰库中。





液体和气体之间的变化

要观察物质的状态变化，你还可以看看天空。你可能一直在想，天空中的云是如何形成的，为什么雨会从运动的云层中落下？为什么雨过天晴，路面上的积水在阳光下会被晒干？要回答这些问题，你需要了解水是怎样从液体转化为气体的。

图 2-24 潮湿路面上的水正在蒸发。

概括 *水在蒸发时，水分子究竟发生了什么变化？*

汽化 由液态水变为水蒸气的过程称为**汽化（vaporization）**。当液体获得足够的能量而变为气体时，汽化过程就发生了。

汽化主要有两种类型。如果汽化仅仅发生在液体表面，这个过程就称为**蒸发（evaporation）**。阵雨过后所形成的积水被晒干就属于水的蒸发。当积水从地面、空中以及阳光获得能量时，积水表面的水分子就会逐渐跳出水面进入大气中，积水就这样慢慢消失了。你出汗时，汗水也进行了同样的蒸发过程。汗水从人体的皮肤上获得能量，不断蒸发，最后都进入了空气中。由于汗水蒸发可以使你失去能量，所以出汗有助于你在运动中和大热天散去体内的热量，使你感到凉爽。

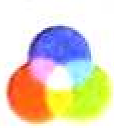


如果液体内部发生了如液体表面那样的汽化过程，则这一过程就称为**沸腾（boiling）**。液体沸腾时，温度始终保持不变，该温度就是液体的沸点。如同固体的熔点一样，液体沸点的高低取决于液体粒子相互吸引的强度。



图 2-25 在电炉上加热的一锅水因达到了沸点，正在沸腾。

沸点和大气压 沸点还与液体上方的空气压力——大气压有关。大气压越低，液体分子逸出液体进入大气所需的能量就越小。



与地球的综合

大气压与海拔高度成反比，海拔高度越高，大气压就越小。在接近海平面的大气压下，水的沸点是100℃。如果是在高山上，则因海拔较高，大气压力较小，故水的沸点也将低于100℃。

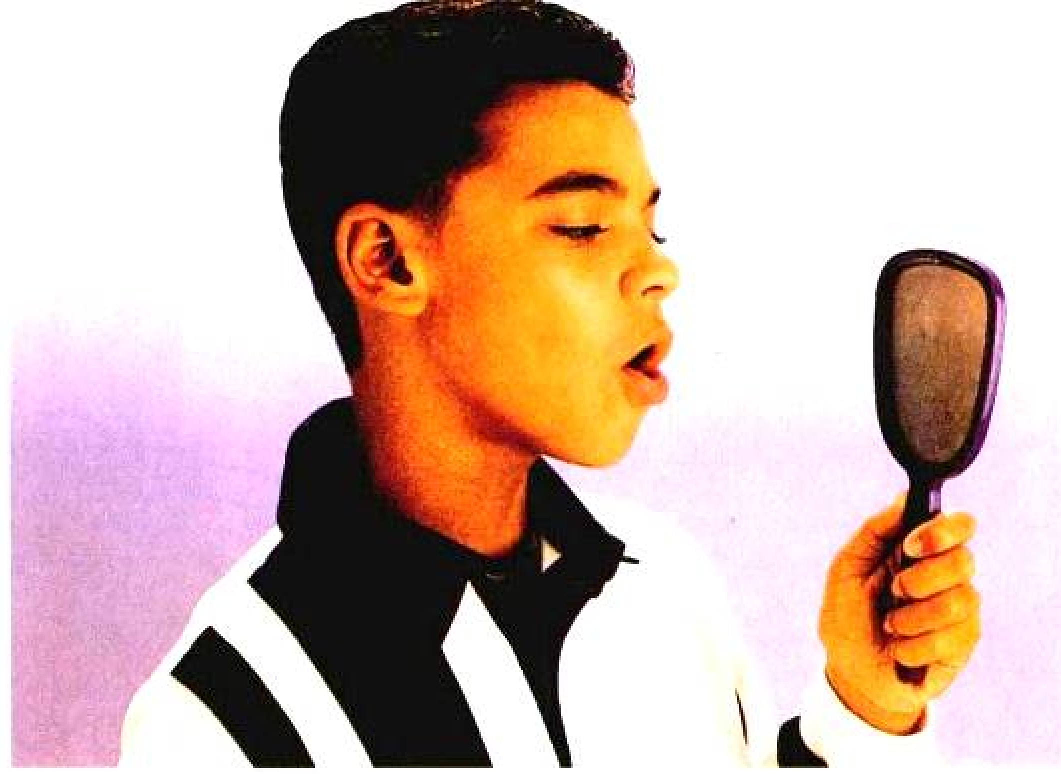


图2-26 从你温暖的口中呼出的水蒸气冷凝在冰冷的镜子表面上。

分类 *冷凝在玻璃上的物质处于什么状态?*

例如，美国科罗拉多州的丹佛市高出海平面1 600米，在这样的海拔高度，水的沸点仅为95℃。因此，那里的人烹饪食物时，必须在水沸腾的温度下多加热一些时间。因为食物在95℃时煮熟的时间要比在100℃时长。

冷凝 汽化的逆过程就是冷凝。当气体失去足够的热能而变成液体时，**冷凝(condensation)**就发生了。天空中的云彩就是典型的例子。云是由大气中的水蒸气冷凝成小水滴而形成的，当这些小水滴越聚越大，形成更大、更重的水滴时，就下雨了。

你可以通过对一面镜子呼气来观察冷凝过程。从你口中呼出的温暖水蒸气到达较冷的镜子表面时，水蒸气就凝结成小水滴留在镜面上，镜子就变得模糊了。但是，这些小水滴又很快蒸发成为水蒸气，进入空气中，镜面又变得清晰了。

在观察汽化和冷凝过程时，你要记住：你不可能看到水蒸气，因为水蒸气是无色透明的气体，肉眼无法观察到。你在煮开的水壶上方所看到的**水汽(steam)**不是**水蒸气(water vapor)**，而是悬浮在空中的非常微小的水滴。

☑ **想一想** ***汽化和冷凝这两个过程有什么联系，又有什么不同?***

图2-27 干冰是固体的二氧化碳，它能升华，可以直接从固体变成气态的二氧化碳。在这一状态变化中，能量来自周围的空气，而空气中的水蒸气因失去能量而形成了雾。



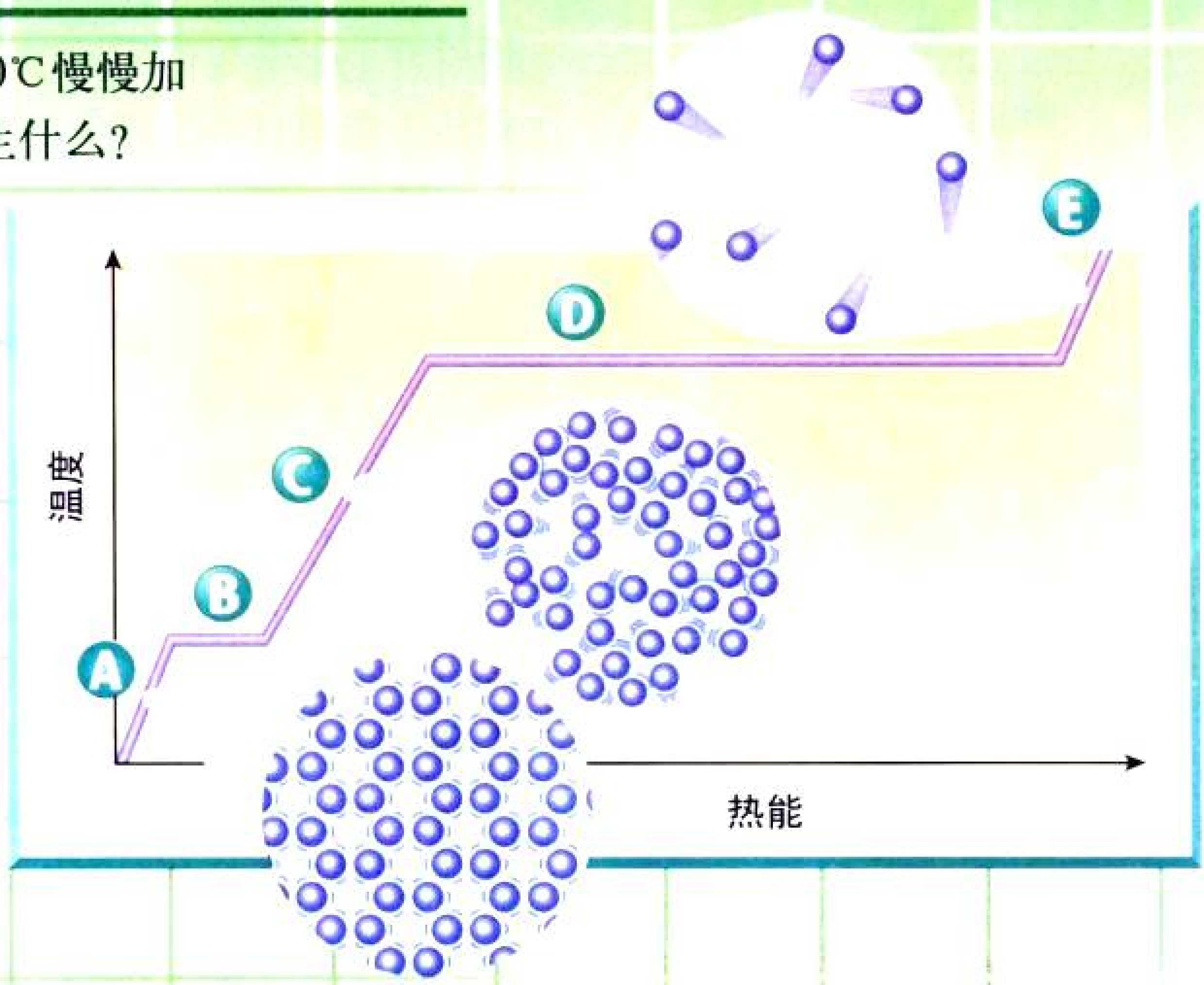
固体和气体之间的变化

如果你生活在冬天十分寒冷的地方，你可能会发现，下雪后，尽管气温仍在冰点以下，积雪也会不断熔化，慢慢地消失。这是因为雪发生了“升华”。**升华(sublimation)**时，固体表面的粒子因获得了足够的能量而直接变成了气体。在此变化过程中，固体没有经过液态直接变成了气体。

干冰的汽化就是升华的典型例子之一。干冰是固体二氧化碳，在常压下，二氧化碳不能以液态存在，所以在通常情况下，固体的二氧化碳熔化后直接变成了气体。干冰吸收环境所提供的热能而发生了状态的改变，同时使周围的环境变得又冷又干燥。由于这个原因，如果没有冰箱，可以用干冰来获取与维持低温的条件。此外，在干冰变成气体的过程中，它将周围空气中的水蒸气冷凝使之变成了小水滴，结果形成了雾。

探索 物质状态的变化

当你将烧杯内的冰块从-10℃慢慢加热至110℃时，将会发生什么？



A 固体

在0℃以下，水以固体——冰的形式存在。尽管固体冰中的水分子处于固定的位置上，但它们仍能在其位置周围振动。当水分子受热时，其振动加快使温度上升。

B 熔化

当0℃的冰获得更多的能量时，水分子就能克服将其束缚在晶体固定位置上的力而使冰熔化成液态水。随着冰的熔化，水分子进行了重新排列，但此时它们移动的速度并未加大，因此，温度仍然保持在0℃。

C 液体

水由0℃的冰变成0℃的液态水后，如继续加热，水分子移动的速度就更快了，故此时的温度又将再次上升。

D 汽化

当100℃的液态水获得更多的能量时，水分子摆脱了液态时其所受到的束缚，开始变成气体，这一过程就称为沸腾。随着水的沸腾，水分子克服了将其聚集起来形成液体的力，但此时它们的移动速度并未加大，因此温度仍然保持在100℃。

E 气体

水由100℃的液态水变成100℃的水蒸气（气态水）后，如继续被加热，水分子的运动速度更大，此时温度又再次上升。

图 2-28 构成这些长势良好的向日葵类植物(见右图)的物质是一系列化学变化的结果，这些化学变化从种子发芽(见下图)时就开始了。



化学变化

物质状态的变化是物理变化的实例之一。为了找到物质发生化学变化的例证，你可以观察一下图2－28，看看其中像向日葵这样的植物从种子发芽到长成高大的植株的过程。

一粒葵花种子只有指甲大小，然而，只要条件合适，它就能长成比你还高的植物，此时，葵花中又会产生它自身的种子。

化学反应 植物在生长过程中，将会经历一系列复杂的化学反应。**化学反应(chemical reaction)** 又可称为化学变化。

在某些化学反应中，一种物质被分解成两种或两种以上的其他物质；而在另一些化学反应中，两种或两种以上的物质相互结合，形成一种或一种以上的新物质。一般而言，化学反应的最大特点就是产生新物质，而在物理变化中，变化前的物质和变化后的物质完全相同。

能量和化学反应 像物质的所有变化一样，化学反应发生时也伴随着物质获得或失去能量的过程。所有的化学反应要么吸收能量要么释放能量。

植物生长中的化学反应属于吸收能量的反应。那么，你是否知道植物生长过程中所吸收的能量来自何处呢？答案就是阳光。植物中具有能帮助它们吸收光能的物质，而植物吸收的这些能量使之长出新的植物结构，如植物的叶子、茎秆以及根茎。植物生长变化的过程就是将太阳能转化成物质化学能的过程。

试一试

自制胶水 活动

怎样以牛奶为原料自制胶水？

1. 将40mL的脱脂牛奶倒入一塑料杯中，加入10mL的醋，搅拌使其充分混合。
2. 用过滤器过滤上述混合物，滤液放到另一杯中。
3. 用药匙将过滤器中收集的固体物质刮入第三个杯中。
4. 在第三个杯中加入大约1粒豌豆大小的小苏打(碳酸氢钠)，搅拌混匀。
5. 此时，你已经制得胶水了！用此胶水将两张纸粘在一起，看看其粘接力如何。

分类 *上述制胶水的过程属于物理变化还是化学变化？为什么？*

前面已经举例说明了吸收能量的化学反应。物质吸收或储藏的能量在适当的条件下还能释放出来。能够释放能量的化学反应很多，常见的有：火炉中燃烧着的木材、点燃的蜡烛等。木材、石蜡以及其他类型的燃料在燃烧时，与空气中的氧气结合，产生新的物质，如二氧化碳、水、烟灰等。这一过程在释放能量的同时，还放出光能。人体从食物中获得能量的过程也属于释放能量的化学反应，不过这个过程比燃料燃烧时能量的释放过程要缓慢、温和得多。

化学反应的控制　如果你想使某个化学反应发生得更快或更慢些，或者你需要它在某一特定的时间开始或是停止，那么，你该做些什么呢？你不必像科学家那样来控制化学反应，有时，你只要通过增加或减少能量就能较好地控制某个化学反应。

图 2-29　你在和面和烘烤蛋糕时，实际上是在控制化学反应。

图解 *这些厨师是怎样测定反应什么时候开始或什么时候停止的？*



回忆一下烘烤蛋糕的过程。当你将鸡蛋和面粉在碗内混合时，产生新物质的反应就开始了。如果厨房内比较温暖，制作蛋糕的生面团(面糊)中所发生的反应就较快。当你将面团(面糊)放入烤箱时，随着热量由锅底传递给正在烤制的蛋糕，其他的反应也开始了。你可以在适当的时候将蛋糕从烤炉中移出以控制其化学反应。你既可以将热的蛋糕放在桌上，让其在室温下冷却；也可以将其放入冰箱保鲜，减缓其变质的速度。

第四节复习

1. 比较物理变化和化学变化的相似性和不同点。
2. 物质变化和能量的转换之间存在怎样的关系？
3. 描述固体是怎样变成液体的，液体又是怎样变成气体的。
4. 描述在化学反应中能量的转换方式。
5. **理性思维　应用概念**　如果你遇到了一场暴风雪，手脚快冻僵了，为了保持体温，你为什么应该吃熔化的雪水而不是直接吃雪？

课题 2

检查进度

根据你在本节中所学的知识，将其改编成故事情节。如果你打算制成卡通画，则画出卡通图并配上说明；如果你打算制作幽默小品，则写出剧本原稿和舞台指导，与你的合作伙伴一起排练这一小品。

冰的熔化

在本次实验中，你要测定冰熔化过程中的温度变化。

问题

环境温度是怎样影响冰的熔化速度的？

实验材料

温度计
秒表或定时器
2个约200mL的塑料杯
2根塑料搅拌棒
冰块若干，边长约2cm
约40℃～45℃的热水

操作步骤

1. 阅读1～8实验步骤。根据你的经验，预测一下哪块冰熔化较快？
2. 在你的实验记录本中画一张如下所示的数据表。
3. 在一个杯中放入半杯热水(约40℃～45℃)，在另一个杯中加入同样量的冷水(室温)。
4. 记下每个杯中的正确水温。
5. 取大小基本相同的两块冰。
6. 将两块冰分别放入步骤3准备的水杯中，用秒表计时，同时用搅拌棒轻轻地搅拌直至杯中的冰全部熔化。
7. 仔细观察水杯中冰的变化情况，一旦其中一个杯子中的冰完全熔化时，立即记下时间和此时杯中水的温度。
8. 待第二杯中的冰完全熔化时，立即记下时间和杯中的水温。

分析和结论

1. 你在步骤1中所作的推测与你的实验结果一致吗？解释为什么一致或不一致。
2. 哪一个杯中的水温变化最大？为什么？
3. 当水分子因获得了摆脱使其聚集起来形成冰的足够能量时，冰就开始熔化。那么，这一能量来源于何处呢？
4. **想一想** 你怎样才能在杯中的冰块完全熔化的瞬间精确地测得熔化的时间？测量中的误差将会对你的结论产生怎样的影响？

实验设计

冬天，湖水结了冰，但结成的冰只是湖面上薄薄的一层。设计一个实验，模拟春天时湖面上的结冰熔化的过程。经老师同意后，开始这项实验。准备与你的同学一起分享你的实验结果。

数据表

	初始温度/℃	熔化时间/秒	最终温度/℃
杯1			
杯2			

学习指南

SECTION 1 固体、液体和气体

主要概念

- 固体具有一定的形状和体积，这是因为组成固体的粒子紧紧地排列在一起，每个粒子均处在固定的位置上。
- 组成液体的粒子可以相对自由地运动，因此液体没有固定的形状，却有一定的体积。
- 气体粒子可以扩散并充满所提供给它们的整个空间，因此气体既没有固定的形状，也没有确定的体积。

关键术语

固体	流体
结晶体	黏度
无定形固体	气体
液体	



SECTION 2 气体的性质

主要概念

- 体积、温度和压强是气体可以测量的三个不同的性质。
- 在温度恒定的条件下，气体体积缩小时，其压强就增加。这就是波义耳定律。
- 在体积恒定的条件下，气体温度升高时压强就会增加。
- 在一个体积可变的容器中，温度升高，气体体积就会增加。这就是查理定律。

关键术语

温度	波义耳定律
压力	查理定律

SECTION 3 用图表描述气体的性质

与数学的综合

主要概念

- 在压强恒定的前提下，以气体的体积——开氏温度作图，所得的坐标图表明，气体的体积和温度成正比例。
- 当温度恒定时，以气体的体积——压强作图，得到一条下降的曲线。该曲线显示，气体的压强和体积成反比。

关键术语

坐标图　　反比　　正比例

SECTION 4 物理变化和化学变化

主要概念

- 在物理变化中，物质只改变了状态，而物质本身在变化前后并未发生变化；在化学变化中，物质转化而生成了新的物质。
- 物质的变化伴随着该物质能量的获得或失去。
- 当物质获得能量并使物质粒子发生重新排列时，物质的状态就发生了变化。
- 化学变化也称为化学反应，化学反应或吸收能量或释放能量。

关键术语

热能	汽化	
化学能	蒸发	
能量守恒定律	沸点	
熔化	冷凝	
凝固	升华	化学反应

活动

相关网站

www.science-explorer.phschool.com

第2章复习

复习题

选择题

(选择最佳答案)

1. 具有一定体积却没有一定形状的物质是 ________。
   a. 结晶类固体　　b. 液体
   c. 气体　　d. 无定形固体
2. 与固体和液体不同，气体 _____。
   a. 的体积取决于不同的容器
   b. 的形状取决于不同的容器
   c. 能够膨胀充满所提供给它的所有空间
   d. 当温度升高时，其体积减小
3. 根据波义耳定律，气体体积的增加是由于 ________。
   a. 其压强增加
   b. 其压强减小
   c. 其温度下降
   d. 其温度升高
4. 坐标图中纵坐标表示 ________。
   a. 应变量　　b. 自变量
   c. 常量
   d. 与 x 轴的变量相同
5. 点燃火柴属于 ________。
   a. 物理变化　　b. 状态变化
   c. 气体压力的变化
   d. 化学变化

判断题

如果叙述正确，写"T"，如果错误写"F"，并修改划线部分

6. 橡胶与玻璃在一个较大的温度范围内，随着温度的升高会变得越来越软，它们属于晶体类固体。
7. 物质粒子运动所具有的能量通过物质的温度显示出来。
8. 在固定容器中的气体，如果升高其温度将会使其体积增加。
9. 根据波义耳定律，气体的体积与它的压强成正比。
10. 你所看到的水汽、雾或云，实际上是气态的水。

简述题

11. 描述固体粒子的运动方式。
12. 为什么液体可从一个地方流向另一地方？
13. 比较高黏度液体和低黏度液体间的相似性和不同点。
14. 物质的温度与物质中粒子运动的能量之间具有怎样的相互关系？
15. 当充满了气的气球漏气时，气体粒子会发生怎样的运动？
16. 举出四种能量类型的例子。
17. 当将水从 90℃ 加热至 110℃时，水分子会发生什么变化？
18. 比较熔化过程和凝固过程的异同。
19. **科技写作**　假定你是R. 波义耳或是J. 查理，请你用自己的话描述有关气体性质的两个定律，要求叙述实验过程和实验结果。如果波义耳或查理今天还活着，并且他们来到你们班介绍这些定律，请想想，他们会怎样讲？把这些内容写下来。

形象化思维

20. **对比表**　将下列有关物质的对比表抄在另一张纸上，完成该对比表，并给它加一个标题。（有关对比表的详细说明可参阅本书中的技能手册）

物质的状态	形状	体积	实例（在室温时）
a. ?	确定	b. ?	金刚石
液体	c. ?	确定	d. ?
气体	e. ?	不确定	f. ?

应用题

下列表中所列的是温度每变化10℃，硝酸铅在100mL水中所溶解的质量，又称溶解度变化。根据这些数据回答第21～23个问题。

温度/℃	溶解硝酸铅的量/g
0	37
10	47
20	56
30	66
40	75

21. 作坐标图 将温度和硝酸铅在水中的溶解度作坐标图，以温度为横坐标，范围为0～60℃；以溶解度为纵坐标，范围为0～100g。

22. 图解 坐标图中，温度对硝酸铅在水中溶解度的影响如何?

23. 推测 假定硝酸铅的溶解度随水温的升高而不断增加，请预测一下，在50℃时，其溶解度是多少。

敏锐思考

24. 因果关系 解释为什么一个凹瘪的乒乓球放入沸水中后能恢复原状？假定球上没有任何洞。

25. 比较相似性和不同点 用图示说明空气床垫中的气体粒子在你躺在该床垫上之前和你躺在其上时的情形。

26. 应用概念 炸药爆炸属于化学反应。这一反应是吸收能量还是释放能量？解释之。

27. 分类 确定下列每一种情况属于物理变化还是化学变化：森林中正在腐烂的原木；大热天时，酒精温度计中酒精的膨胀；塑料玩具弯成不同的形状；水分解生成氢气和氧气。

28. 概念 当你将一块固体物质露置在室内时，能使室内空气清新、凉爽，此时该固体会慢慢地消失（能量和体积都会消失）。你认为这一切究竟发生了什么?

学习评估

课题2 总结

课题汇报 如果你准备的是卡通，则应向班内同学作出说明，并围绕这些图案进行讨论；如果你准备的是幽默小品，则应向全班表演这出小品。当你的演示结束后，请全班同学针对你的课题提出各种问题。让全班同学分享你在形成这些创意的过程中所作出的各种决定。

思考和记录 在你的实验日志中，描述一下你对物质状态变化所进行的模拟演示的优缺点，效果如何?你班上的同学是否能较好地理解你的卡通画或小品？通过观察其他同学所进行的课题演示，你获得了哪些启示，学到了什么?

实践活动

在学校 观察一下你学校的各种运动器械，哪些器械是需要充气的？仔细阅读每一件器械上的标签，对充气器械是否有对压力的提示？如果某种充气器械膨胀不够时会发生什么?如果过份膨胀又会产生什么后果?列一个表，将你的结论列入表中。



第三章 元素和元素周期表

在某种程度上可以说元素周期表类似于存放不同类型、不同颜色毛线的“井”字架。

主要内容

SECTION 1 元素的排列

探索　哪种方法更容易

增进技能　分类

SECTION 2 金属元素

探索　为什么使用铝

增进技能　观察

生活实验室　使用铜还是炭?

SECTION 3 非金属元素和准金属半导体元

探索　木炭具有哪些性质

试一试　证明氧气的存在

技能实验室　假想的元素周期表

课题 3

金属的分类和性质研究

如果将各种各样的毛线混在一起，随意放在一个大箱子内，你能想像在这个大箱子内寻找相配的毛线时是怎样的一番情景吗？还好，店主们是不会这样存放毛线的，他们总是按颜色的不同和粗细来分类存放毛线。你可能已经在其他的商店或你自己家中看到类似的分类方法。

化学家也有一种类似的分类系统——化学元素分类系统。目前人们已知的元素有100多种，其中约有80种金属元素。在本课题中，你将更深入地了解不同金属的性质。

课题目标 全面了解几种金属样品的性质。

为了完成这一课题，你必须：

- 对样品在周期表中所反映的情况作出解释；
- 设计测试金属样品至少三种性质的实验方案并进行这些实验；
- 比较这些金属样品性质的相似性和不同点；
- 遵循附录 A 中的安全指导守则。

课题准备 首先以金属为题，与你的同学一起集思广益展开讨论，谈谈你对金属与非金属不同性的看法。然后老师将向你的实验小组提供需测试的金属样品。在本课题中，你将观察它们的性质。

检查进度 在学习本章的同时，进行这个课题的研究，为了按时完成课题，可以在下列几个阶段检查进度：

第一节复习，第 86 页：从周期表中获得信息。
第二节复习，第 92 页：设计测试相关性质的实验。
第四节复习，第 106 页：对所有样品进行测试。

总结 在本章的最后(第 109 页)，你要准备一份材料，说明你所测试的金属样品其实际可观察到的性质与你所推测的性质之间有哪些相似性和不同点，并说明原因。

SECTION 4 与空间科学的综合

化学元素的起源

探索 能否以氢为原料制取氦

元素的排列

SECTION 1

探 索 **活 动**

哪种方法更容易



1. 按图自制四组方型纸牌，采用不同的颜色，每组包含10张牌，并用1～10将牌编号。
2. 将4组纸牌分别放在表面平整的地方，标有数字的一面朝上，纸牌可以随意摆放，不必理整齐。
3. 请你的合作者根据纸牌的颜色和数字叫一张牌，你在该堆纸牌中找到这张牌，请合作者计时你找牌的时间，记录你找牌所花的时间。
4. 重复第三步操作两次，每次选择不同的纸牌，计算出三次找牌所花时间的平均值。
5. 将四组纸牌重新排列，以一种颜色一组，每组按1～10的顺序排列。
6. 重复第三步操作三次，每次选择不同的纸牌，计算三次找牌所花时间的平均值。
7. 与合作者交换操作，由你叫牌，他找牌，重复步骤2～6。

思考

推论 在步骤4和步骤6中，哪一步操作所花的平均时间最短？为什么会存在这样的差异？

阅读指南

- 元素周期表是如何发展起来的？
- 元素周期表给了我们什么信息？
- 元素的价电子与元素在周期表中的位置存在什么样的关系？

阅读要点 在阅读本章课文时，请参阅第80 — 81页“探索周期表”中的相关内容。

某天清晨，你被一阵闹钟惊醒，赶紧从床上跳起，穿衣涮洗吃饭，并准备上学。突然，你问自己，今天是上学的日子吗？查了日历以后发现，今天不是上学的日子，因为是星期天！

日历是将每月中的日子以星期为周期排列而成的。周一是上学的第一天，周六则是周末的开始。由于将一年中的每一天都进行了有序的排列，因而日历给我们的日常生活提供了许多便利。在化学中，化学家也对元素进行了有序的排列，其排列方式类似于日历中日期的排列方式。在学习本章的有关内容后，你将了解“化学家的日历”实际上就是元素周期表。



探索不同类型的元素

你已经知道，世界上的物质是由100多种不同的元素构成的，这些元素各有各的性质。有些元素十分活泼，容易与其他元素形成化合物；另一些元素的活性相对较小，还有一些元素则很难形成化合物。

门捷列夫：早期的探索者

早在19世纪，科学家就开始提出是否可以通过某种方式将元素进行有序的排列。到了1869年，一位俄国科学家终于认清了隐藏在元素背后的某些规律，这位科学家就是D.门捷列夫(Dmitri Mendeleev)。像许多敏锐的探索者一样，门捷列夫不放过任何蛛丝马迹，他对每一个线索都进行了认真的研究与思考，终于找到了元素的奥妙。

他首先观察到的是，一些元素具有相似的化学和物理性质。例如，氟和氯都是气体，如果吸入这两种气体的任何一种，都将刺激和损伤人的肺部。又如，银和铜都具有金属光泽，但如暴露在空气中光泽又会渐渐地失去。门捷列夫相信，这些相似性将是他寻找元素内在规律的非常重要的线索。为了找出这样的规律，门捷列夫为每个元素制作了卡片，并将他所了解的元素的情况全部写在卡片上。这些情况包括元素的熔点、密度和颜色等等。

门捷列夫还将元素的另外两个重要性质——原子量*和成键能力也记录在案。元素的**原子量(atomic mass)**是该元素原子的平均质量。在门捷列夫所处的时代，科学家所指的原子量是指与最轻的元素——氢相比较而得的相对质量。成键能力反映的是某一元素可形成的化学键数量。这是通过分析每个元素与氧气反应生成化合物的能力获得的。



图3-1 图中光亮的黄铜碗会渐渐失去光泽，变为暗淡的蓝绿色，如同那个灰暗的铜狮雕像。门捷列夫了解到，某些金属暴露在空气中，也会发生像铜那样的变化：失去金属光泽，变得暗淡。

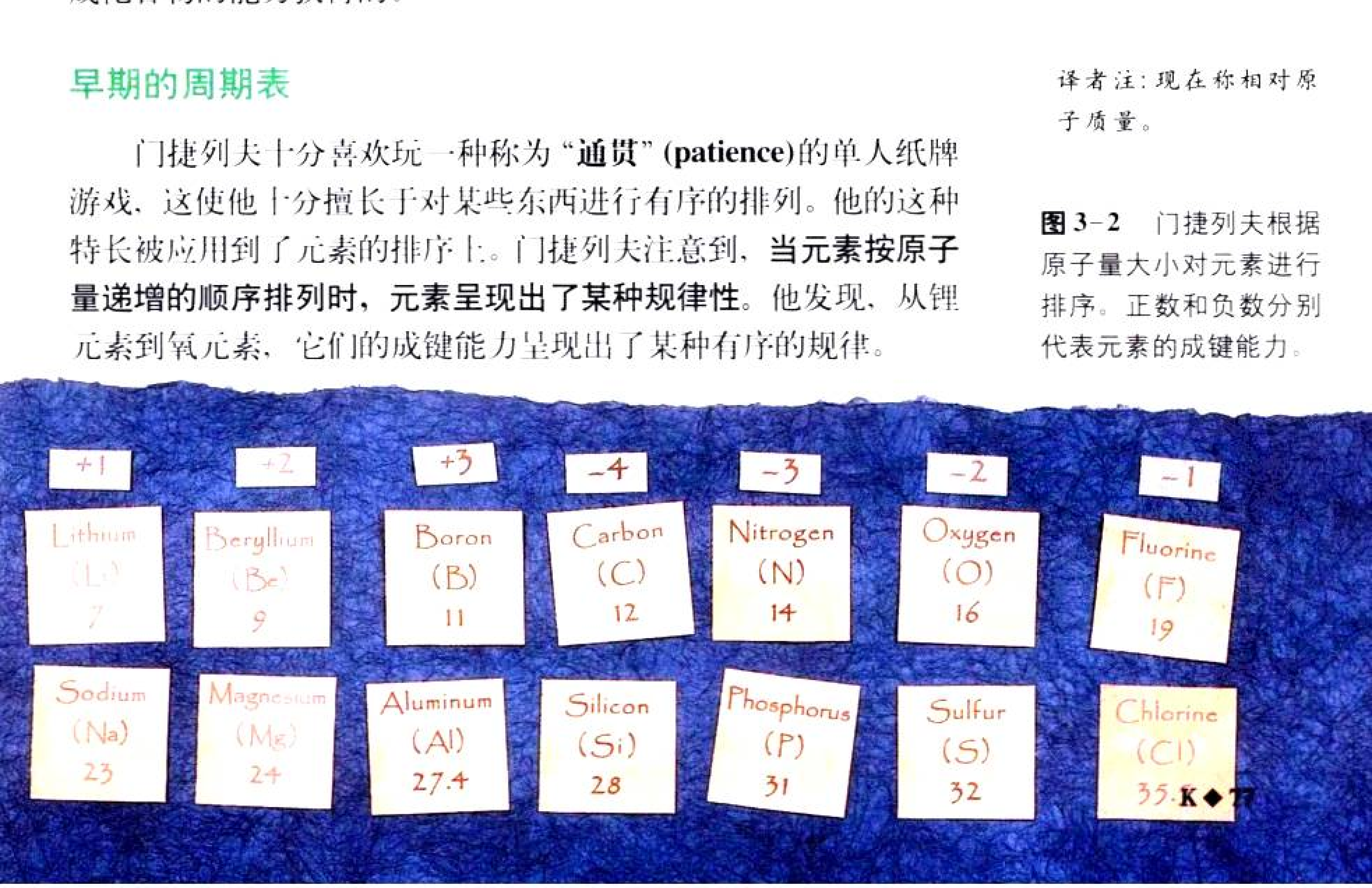
分类 *失去光泽而变色的过程属于物理变化还是化学变化？*

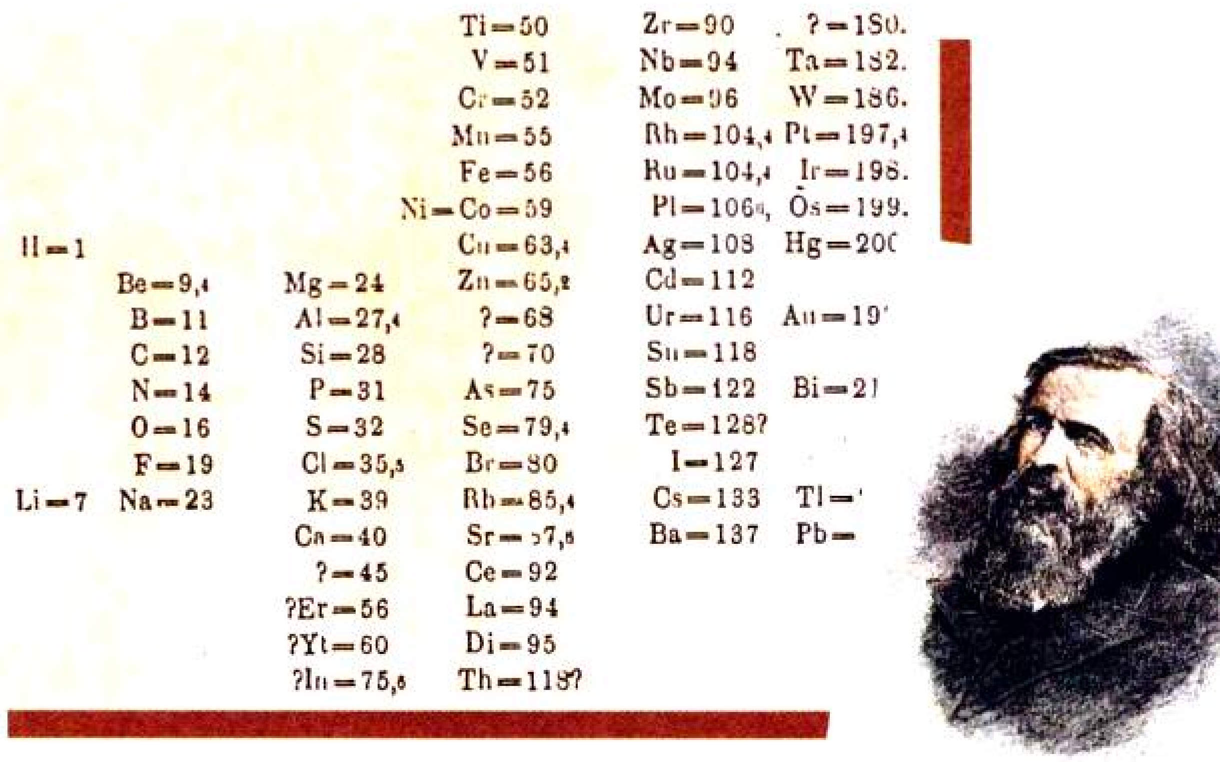
早期的周期表

门捷列夫十分喜欢玩一种称为**"通贯"(patience)**的单人纸牌游戏，这使他十分擅长于对某些东西进行有序的排列。他的这种特长被应用到了元素的排序上。门捷列夫注意到，**当元素按原子量递增的顺序排列时，元素呈现出了某种规律性**。他发现，从锂元素到氧元素，它们的成键能力呈现出了某种有序的规律。

*译者注：现在称相对原子质量。

图3-2 门捷列夫根据原子量大小对元素进行排序。正数和负数分别代表元素的成键能力。





			Ti=50	Zr=90	?=180.
			V=51	Nb=94	Ta=182.
			Cr=52	Mo=96	W=186.
			Mn=55	Rh=104,4	Pt=197,4
			Fe=56	Ru=104,4	Ir=198.
			Ni=Co=59	Pl=106,6	Os=199.
H=1			Cu=63,4	Ag=108	Hg=200
	Be=9,4	Mg=24	Zn=65,2	Cd=112	
	B=11	Al=27,4	?=68	Ur=116	Au=19
	C=12	Si=28	?=70	Sn=118	
	N=14	P=31	As=75	Sb=122	Bi=21
	O=16	S=32	Se=79,4	Te=128?	
	F=19	Cl=35,5	Br=80	I=127	
Li=7	Na=23	K=39	Rb=85,4	Cs=133	Tl=
		Ca=40	Sr=87,6	Ba=137	Pb=
		?=45	Ce=92		
		?Er=56	La=94		
		?Yt=60	Di=95		
		?In=75,6	Th=118?		

图3-3 门捷列夫(见右图中的照片)在1869年发表的第一张元素周期表。表中的某些地方画上了问号。根据问号前后左右元素的性质和原子量，他认为问号中存在尚未发现的新元素。

对比 *在探索元素周期表的过程中，门捷列夫的图表与现代的元素周期表有哪些相似性和不同点？*

在氟元素之后，门捷列夫所知的下一个质量较大的元素是钠(当时氖元素还未发现)。钠的成键能力与锂元素相同，故门捷列夫将标有钠元素的卡片和标有锂元素的卡片编成了一组。按这种方式，他将元素分成了好多组，每组中的元素性质基本类似。

随后，门捷列夫又发现，仅仅根据元素的原子量递增顺序排列元素，并不能获得满意的周期表。因此，他反复调整这些卡片的位置，最后产生了有三个空位(当时已知的元素不适合放的位置)的周期表。门捷列夫还大胆地预言，这些空位中存在当时还未被发现的新元素！他甚至推测了这些未知元素所具有的性质。

1869年，门捷列夫发表了他的第一张元素周期表，如图3-3所示。“周期”一词的含义是“有规则的重复”。在现代**元素周期表(periodic table)**中，每一排即每一周期元素的性质呈现周期性的变化。经过16年的研究，科学家终于发现了这三个未知的元素，它们分别被命名为钪(Sc)、镓(Ga)、锗(Ge)，它们所具有的性质非常接近当年门捷列夫所预言的结果。

☑ ***想一想*** ***周期的含义是什么？***

原子和元素周期表

在门捷列夫之后，科学家根据不断获得的新发现，对元素周期表进行了修改，其中最为重要的修改是在20世纪初期，当时科学家已对构成原子的基本粒子有了初步的认识。

增进技能

分类

活动

任意选择10个元素，分别由英文字母A～J表示。然后，为每个元素准备一张索引卡片，在卡片上标上代表元素的英文字母，并写上这些元素的性质。这些性质既可以在你所学的课本中寻找，也可以从百科全书或其他参考资料中查找。将你所制的卡片与你的同学交换，看看你能否根据你同学所写的性质，确定是哪10个元素。哪些性质对你识别元素最有帮助。

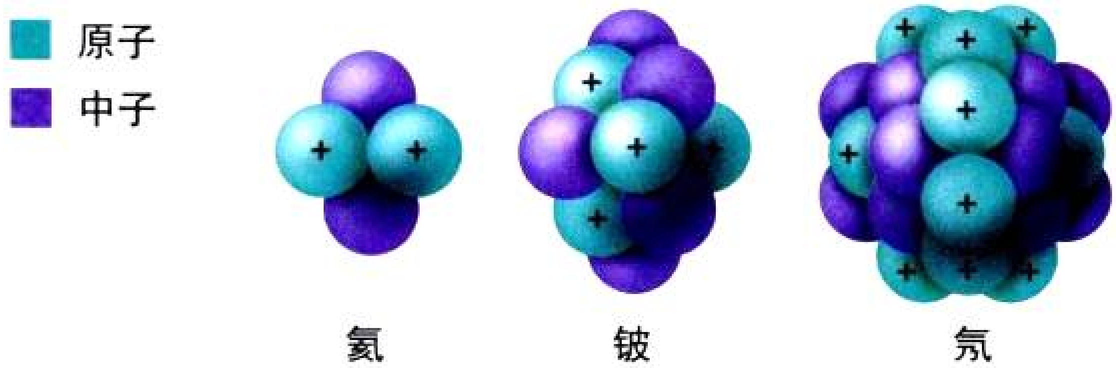


图3-4 氦、铍、氖的原子核内都含有质子和中子，但它们却属于完全不同的元素。

应用概念 *为什么说，它们属于不同的元素？*

原子结构 每个原子的内部都有一个核，称为**原子核(nucleu)**。现在所用的原子模型表明，原子核内含有更小的粒子——**质子和中子(proton and neutron)**。原子核外部是其他粒子——**电子(electron)**。

由于原子是非常微小的粒子，所以不可能用日常的质量单位来度量。正因为如此，科学家采用了一种**原子量单位(atomic mass unit)**，以测量像原子这样大小的粒子。一个质子或一个中子的质量大约相当于一个原子的质量单位，而一个质子的质量约是一个电子质量的1840倍。这就意味着，一个原子的质量几乎都集中在其原子核上。因此，如果一个原子含有3个质子、4个中子和3个电子，那么该原子的原子量大约是7。

质子和电子都带有电荷，而中子顾名思义是中性的，它不带电荷。质子带有一个单位正电荷，电子带有一个单位负电荷。此外，电子在原子核周围不断地运动，其速度非常快。这一点非常重要，其意义在你今后的学习中会进一步体会到。

原子序数 属于同一种元素的所有原子，它们所含的质子数是完全相同的。例如，每个碳原子都含有6个质子。科学家将元素原子核内的质子数定义为元素的**原子序数(atomic number)**，这是识别该元素特有的性质。

然而，同种元素的原子却可能含有不同的数目的中子。例如，一个碳原子可能分别含有5、6、7、8个中子。这就意味着，一种元素的各种原子的原子量不一定是相同的。由于同一种元素的原子可能具有不同的原子质量，所以，原子量并不能很好地解释元素的化学性质。因此，现代的元素周期表是根据原子序数而不是原子量来排列的。

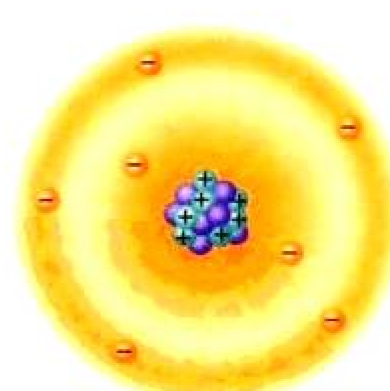


图3-5 图中的氮原子由7个质子、7个中子和7个电子所组成。电子在原子核的周围不停地作高速运动，其轨迹模糊不清，如同模糊的云。

现代元素周期表 尽管现代元素周期表是按原子序数排列的，但是它是建立在门捷列夫周期表的基础上的，因此两者在许多方面非常相似。现代周期表中有100多种元素。在后面的“探索周期表”中，我们将花一些时间来详细说明元素的某些情况并观察它们在周期表中的排列方式。

探索 周期表

元素周期表目前已包含了 100 多种元素。如果你了解了元素周期表的排列方式，那么，你就能根据元素在周期表中的位置来预测该元素的性质。

C	固 体
Br	液 体
H	气 体

符号

用一个或两个英文字母组成的符号来表示不同的元素。某些周期表还列出元素的名称。

周期

周期表中的“行”表示周期。由表可以发现，2、4、6 周期依次变宽。

原子量

原子量是指某元素原子的平均质量。原子质量总是随着原子序数的增加而增加。

周期	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1 H 氢 1.008								
2	3 Li 锂 6.941	4 Be 铍 9.012							
3	11 Na 钠 22.990	12 Mg 镁 24.305							
4	19 K 钾 39.098	20 Ca 钙 40.078	21 Sc 钪 44.956	22 Ti 钛 47.88	23 V 钒 50.942	24 Cr 铬 51.996	25 Mn 锰 54.938	26 Fe 铁 55.847	27 Co 钴 58.933
5	37 Rb 铷 85.468	38 Sr 锶 87.62	39 Y 钇 88.906	40 Zr 锆 91.224	41 Nb 铌 92.906	42 Mo 钼 95.94	43 Tc 锝 (98)	44 Ru 钌 101.07	45 Rh 铑 102.906
6	55 Cs 铯 132.905	56 Ba 钡 137.327	57 La 镧 138.906	72 Hf 铪 178.49	73 Ta 钽 180.948	74 W 钨 183.85	75 Re 铼 186.207	76 Os 锇 190.23	77 Ir 铱 192.22
7	87 Fr 钫 (223)	88 Ra 镭 (226)	89 Ac 锕 (227)	104 Rf 𬬻 (261)	105 Db 𬭊 (262)	106 Sg 𬭳 (263)	107 Bh 𬭛 (264)	108 Hs 𬭶 (265)	109 Mt 鿏 (268)

为使周期表更易阅读，将原子序数为 58～71 的元素(镧系)和 90～103 的元素(锕系)放在表的下方，表中的蓝线处就是这两列元素应处的位置。

58 Ce 铈 140.115	59 Pr 镨 140.908	60 Nd 钕 144.24	61 Pm 钷 (145)	62 Sm 钐 150.36
90 Th 钍 232.038	91 Pa 镤 231.036	92 U 铀 238.029	93 Np 镎 (237)	94 Pu 钚 (244)

金 属

准金属
半导体

非金属

原子序数

原子序数是指原子的原子核内所含有的质子数，如硼的原子序数为5。在现代元素周期表中，元素是按元素的原子序数进行排列的。

族

周期表中的“列”称为族。同族中的元素性质基本相似。不过，各个族中的元素性质相似性的程度并不相同。第18族中的元素都是惰性气体。

许多周期表中还含有这根锯齿形曲线，该曲线是金属元素和非金属元素的分界线。

10	11	12	13	14	15	16	17	18
								2 He 氦 4.003
			5 B 硼 10.811	6 C 碳 12.011	7 N 氮 14.007	8 O 氧 15.999	9 F 氟 18.998	10 Ne 氖 20.180
			13 Al 铝 26.982	14 Si 硅 28.086	15 P 磷 30.974	16 S 硫 32.066	17 Cl 氯 35.453	18 Ar 氩 39.948
28 Ni 镍 58.69	29 Cu 铜 63.546	30 Zn 锌 65.39	31 Ga 镓 69.723	32 Ge 锗 72.61	33 As 砷 74.922	34 Se 硒 78.96	35 Br 溴 79.904	36 Kr 氪 83.80
46 Pd 钯 106.42	47 Ag 银 107.868	48 Cd 镉 112.411	49 In 铟 114.818	50 Sn 锡 118.710	51 Sb 锑 121.75	52 Te 碲 127.60	53 I 碘 126.904	54 Xe 氙 131.29
78 Pt 铂 195.08	79 Au 金 196.967	80 Hg 汞 200.59	81 Tl 铊 204.383	82 Pb 铅 207.2	83 Bi 铋 208.980	84 Po 钋 (209)	85 At 砹 (210)	86 Rn 氡 (222)
110 Uun Ununnilium (269)	111 Uuu Unununium (272)	112 Uub Unbium (277)						

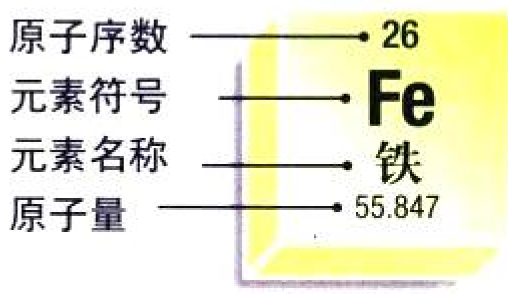
93号以上元素都是人工合成的。其中部分元素的名称还未被科学家们最后确定，因此所标的名称是拉丁文，这些拉丁文名称又与该元素的原子序数有关。

63 Eu 铕 151.965	64 Gd 钆 157.25	65 Tb 铽 158.925	66 Dy 镝 162.50	67 Ho 钬 164.930	68 Er 铒 167.26	69 Tm 铥 168.934	70 Yb 镱 173.04	71 Lu 镥 174.967
95 Am 镅 (243)	96 Cm 锔 (247)	97 Bk 锫 (247)	98 Cf 锎 (251)	99 Es 锿 (252)	100 Fm 镄 (257)	101 Md 钔 (258)	102 No 锘 (259)	103 Lr 铹 (262)

解读元素周期表

元素周期表由100多个方格组成，每个方格分别对应一种元素。**每个方格内通常标有元素的原子序数、元素符号、元素名称以及原子量。**

图3-6 元素周期表中每一方格都列出了元素的四项重要信息。



方格的说明 以铁元素为例，请你在前面的元素周期表中，找到标有铁元素的方格。它位于第8列的最上方，处于整个周期表的中部。如图3－6所示，方格中的最上方是铁元素的原子序数26，它说明了每个铁原子含有26个质子和26个电子。原子序数的下方所标的是铁的元素符号——英文字母“Fe”。**元素符号**通常由一个或两个英文字母表示。方格的最下方所标的是铁的原子量55.847。请注意，这儿所标的原子量是该元素原子的平均质量。就铁元素而言，某些铁原子的质量为55，而另一些的质量为56，还有质量为57的铁原子，这些不同质量的原子是由原子核内的中子数不同造成的。虽然不同的铁原子具有不同的质量，但所有铁原子的化学性质是完全相同的。

元素周期表的基本结构 必须牢记，元素周期表是按元素的原子序数排列的。仔细观察整个周期表，不难发现，整个表是以原子序数为1的氢元素从左上角开始，然后按原子序数逐渐递增的顺序从左至右排列，直至排满整个周期。

根据元素在周期表中所处的位置，可以预测该元素的性质。从元素周期表中可以发现，每一周期、每一族中的元素，其性质总是按某种可预测的方式呈现规律性的渐变。正是由于这一可预见性，使得周期表成了化学家十分有用的工具。

族 整个元素周期表是由纵向的18列和横向的7行所组成的，每一列中的所有元素组成一**族(family)**，每族均标有序号，从最左的第一列到最右的第18列。每一族的名称通常是以该族中第一个元素的名称来命名，例如第14族就称为碳族，而第15族就称为氮族。

同族中的元素具有类似的特性，如第1族中的元素都是金属，都能与水发生剧烈反应；而第11族中的元素尽管都属于金属元素，但与水的反应却非常缓慢，有的甚至根本不发生反应。第17族的元素能与第1族的元素发生强烈的化学反应，而第18族中的元素几乎不能和任何元素发生化学反应。

语言艺术 链接

现在，人们在学习科学知识时，除了使用本国语言外，还常使用英语。但在20世纪以前，传播科学的语言一般是希腊语、拉丁语，有的甚至是阿拉伯语。这就是为什么许多化学元素的名称和符号与该元素的现代英文名称不相一致的原因。例如，铁的化学符号为“Fe”，它起源于拉丁词“fercum”，而它的英文名称却是iron。

阅读 DIY

列出那些化学符号令人费解的元素，如钠(Na)、钾(K)、锡(Sn)、金(Au)、银(Ag)、铅(Pb)、汞(Hg)，这些元素的化学符号与该类元素的英文现名都不符。查阅英文字典，了解这些元素的原有名称。

周期 周期表中的每一行称为一个**周期(period)**，每个周期包含属于不同族的各类元素。这就像日历表中每月分为若干周，一周分为若干天一样。与同族元素具有相似性质不同，同周期元素的性质却有较大差异，当然，在同一周期内，从左至右，元素的性质是逐渐变化的。

例如在第4周期中，自左到右，由非常活泼的金属元素，如**钾(K)**和**钙(Ca)**，逐渐变为活性较差的金属元素，如**镍(Ni)**和**铜(Cu)**，再逐渐过渡至准金属和非金属元素，如**砷(As)**和**溴(Br)**，最终变为非常不活泼的惰性气体——**氪(Kr)**。氪元素与科幻片中虚构的物质亚氪酸盐毫无任何关系，该物质是超人惟一感到害怕的东西!

从表中我们还可以发现，元素周期表共有7个周期，但每个周期所包含的元素数量却互不相同。第1周期只有**氢(H)**和**氦(He)**两种元素，第2和第3周期分别有8个元素，而第4和第5周期却分别有18个元素。

我们还可以看到，在第6周期和第7周期中，有部分元素并未被安排在周期表的主要部分中。不过，虽然这些元素被列在了周期表主要部分的下方，但它们仍是整个周期表的一部分。之所以要将这些元素单独排列，是因为这样可以避免周期表过宽。可以想像，如果将这些元素全部插入到第6和第7周期中，那么这些周期中最多就有32个元素，这样的话，周期表就变得很难看。

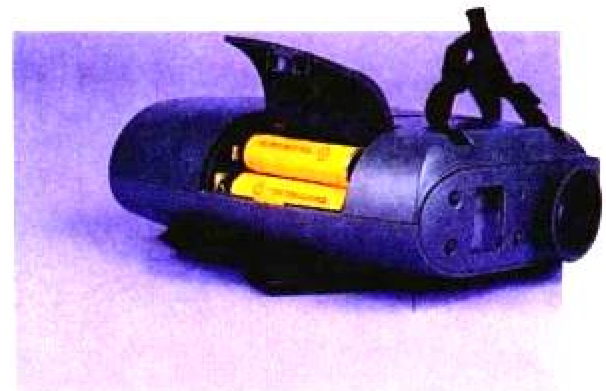


图 3-7 你可以在有些日常用品中找到某些元素的名称，如照相机中的镍－镉电池。
推论 *在镍－镉电池中，可以找到什么金属?*

☑ ***想一想*** ***周期表中的"列"称为什么?***

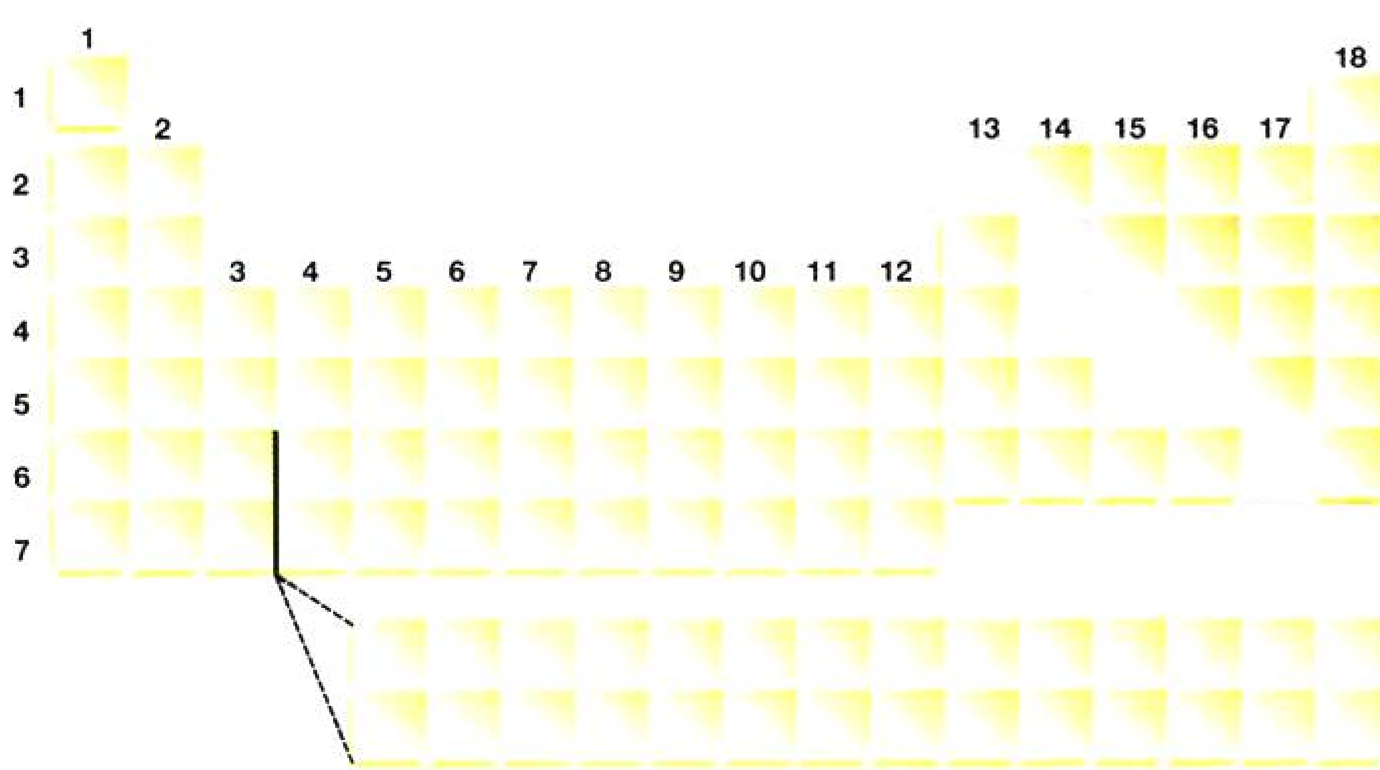


图 3-8 周期表中的"列"称为族，而周期表中的"行"称为周期。

元素周期表的意义

我们知道，门捷列夫在研究他的元素周期表时，使用了成键能力的概念。所谓成键能力是指元素在化学变化过程中所能形成的化学键的数目。但是，门捷列夫并不能解释什么是成键能力，因为他当时还不知道原子的结构。

价电子 首先来回顾一下原子结构。原子是由核内的中子、质子以及围绕原子核不停地作高速运动的电子所组成。正是这些在原子核外高速运动的电子，才使元素的原子产生了成键能力。即，当一个原子的核外

科学与历史

化学元素的发现

1869 年，D.门捷列夫首次发表他的元素周期表时，科学家知道的化学元素只有 63 种。自那时起，在科学家的不断努力下，又发现和合成了近 50 个新的化学元素。

1875 年

镓元素

门捷列夫在研究周期表时，认为在金属铝的下方有一个“类铝”的元素，并预测了它的性质。

1875 年，法国化学家发现了该元素，将其命名为镓，它的性质与门捷列夫所预测的完全一样。



1898 年

钋和镭元素

波兰化学家玛丽 · 居里(Marie Curie)在分析了几十吨的沥青后，最终提炼出了两种新元素，她称它们为钋和镭。

1850 1880 1910

1894 年

氩、氖、氪和氙元素

英国化学家S.W.雷姆塞发现了他称为氩的元素，其希腊词的含义是“惰性”。这一命名非常贴切，因为该元素不会与其他元素发生化学反应。自发现氩以后，雷姆赛又开始寻找其他不活泼气体，最终他发现了氖、氪和氙元素。



电子转移给另一个原子，或两个原子共享它们的核外电子时，原子就产生了成键能力。但是，并不是原子中的所有电子都能成键。如果原子具有两个或两个以上电子，那么，这些电子与原子核的距离就会有远有近，这样，只有离原子核最远的那些电子才有能力共享或转移，这样的电子就称为**价电子(valence electron)**。

不同的元素可能具有不同的价电子数，而价电子数决定了该元素可以失去(得到)或共享电子的能力。同一周期中的元素，它们的原子的价电子数从左至右是逐渐增加的。

阅读 DIY

选择你感兴趣的三种元素，寻找这三种元素的更多信息。例如，谁确定或发现了这些元素？这些元素的名称是怎么得来的？这些元素有哪些用途？通过查阅有关参考书回答这些问题。



1941 年

钚元素

美国化学家 G. 西堡首次从铀沥青中分离出了在其中含量很低的钚。钚可用于某些核反应堆的燃料，也用作空间探测器中的小型动力装置。

1940　　1970　　2000

1939 年

钫元素

尽管门捷列夫预测了他称之为“准铯”的未知元素的性质，但真正发现此元素的是法国化学家 M. 佩雷，时间是1939年。她以其祖国的英文名字命名了该元素。



1997 年

101～109 号元素

国际纯粹与应用化学联合会(IUPAC)确定了101～109号元素的正式名称。其中的许多元素是以著名科学家的名字命名的，如左边照片中的L. 梅特纳(摄于1913年)。所有这些新元素都是在实验室人工合成的，在自然界中，这些元素不能稳定地存在。

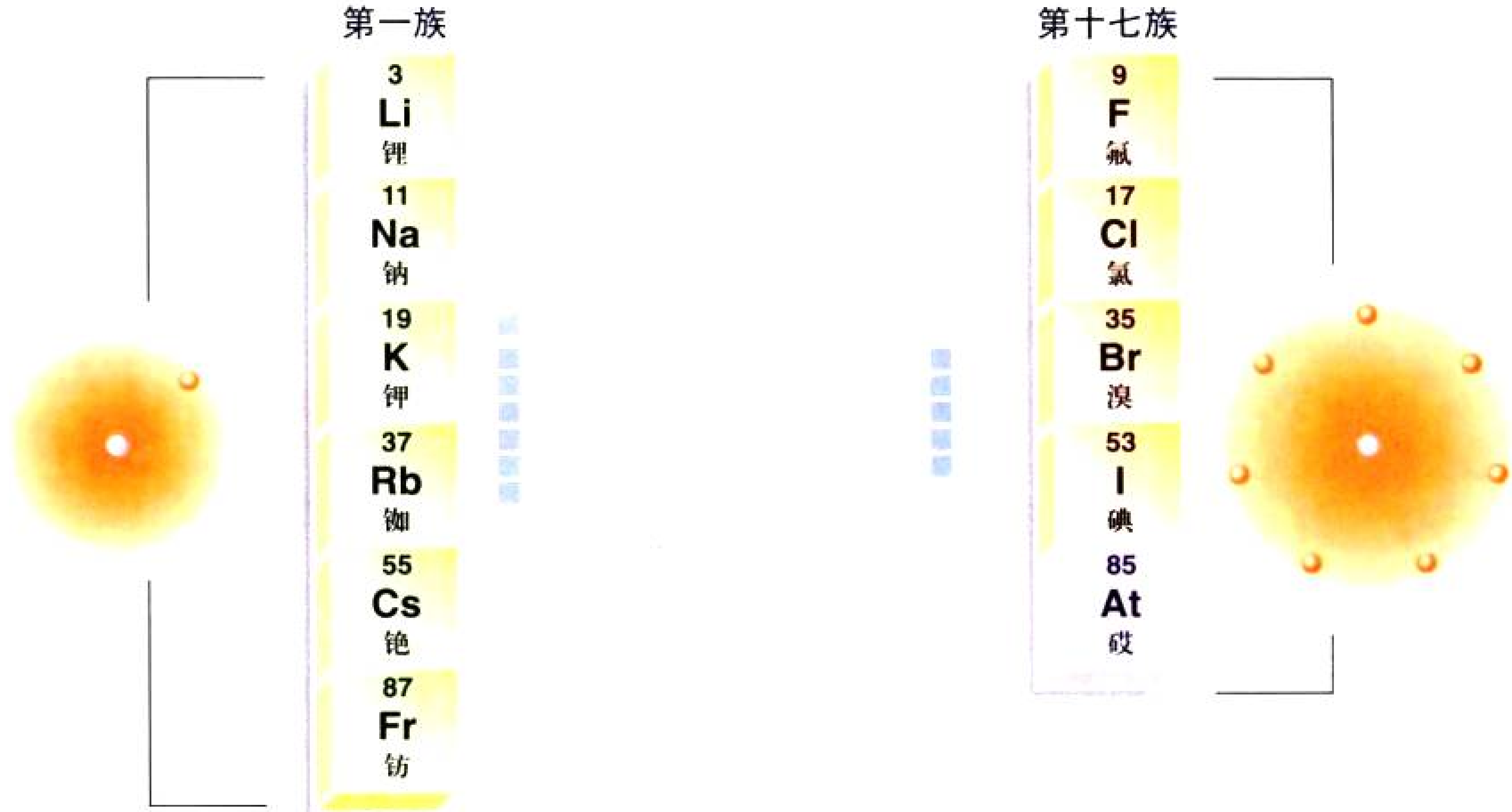


图 3-9 同一族中的所有元素都具有相同的价电子数。
__归纳__ 第1族中的元素有哪些共性？第17族中的元素又有哪些共性？

各族中原子的价电子 如果不同原子中的价电子具有相同的数量和排列，这类原子就具有相似的性质，这就是为什么各种元素会有周期性变化的根本原因。在周期表中，同族元素的原子具有相同的价电子数和相同的价电子排列。

例如，第1族中的每个元素，均处于周期表的最左边，它们的原子都只有一个价电子；而第18族中的各个元素，处于周期表的最右边，除氦元素外，其他元素的原子都具有8个价电子。

在第二和第三节中，你将研究每一族中的元素以及它们的性质。当你探究某一族中的元素时，应了解该族元素的原子所具有的价电子数。

第一节复习

1. 门捷列夫是怎样发现元素周期表的？
2. 周期表中的每个方格列出了元素的哪些信息？
3. 周期表中，同族元素具有什么共性？
4. **理性思维** **对比** 元素A与元素B是同族元素，它们与元素C属于同周期元素，上述三种元素中，哪两个元素可能具有相似的性质？说明原因。

课题 3

检查进度

在周期表中找到你认为属于金属元素的方格，画一张图表，将这些元素的化学符号、所处的族数、原子数、原子量以及它们的特性记在图中。将周期表中的有关资料也记录在你的图表中。

2 金属元素

探索 **活动**

为什么使用铝

1. 仔细观察几件铝制品，如铝制饮料罐、可变形的铝制馅饼烤盘、铝制重型钝头剑、包装用铝箔纸以及铝芯线等。
2. 比较这些铝制品的形状、厚度以及外观。
3. 如果你将这些物体反复弯曲再拉直，会产生什么结果？
4. 这些物体各有什么用途？

思考

推论 根据你的观察，列出你所了解的铝的性质。想一想，为什么这些物质要用铝来制作？你认为其中的哪些物体可用其他金属来制作？说明理由。

在我们的周围，到处都有金属制品存在。你乘坐的轿车、大巴就是由钢材（主要成分是铁）制成的，飞机是用铝制造的，而硬币一般是用锌与铜、镍或银的合金制成的。将电流输送到台灯、音响以及计算机的，则是铜制成的导线。如果没有金属，我们难以想像生活会变得怎样。

阅读指南

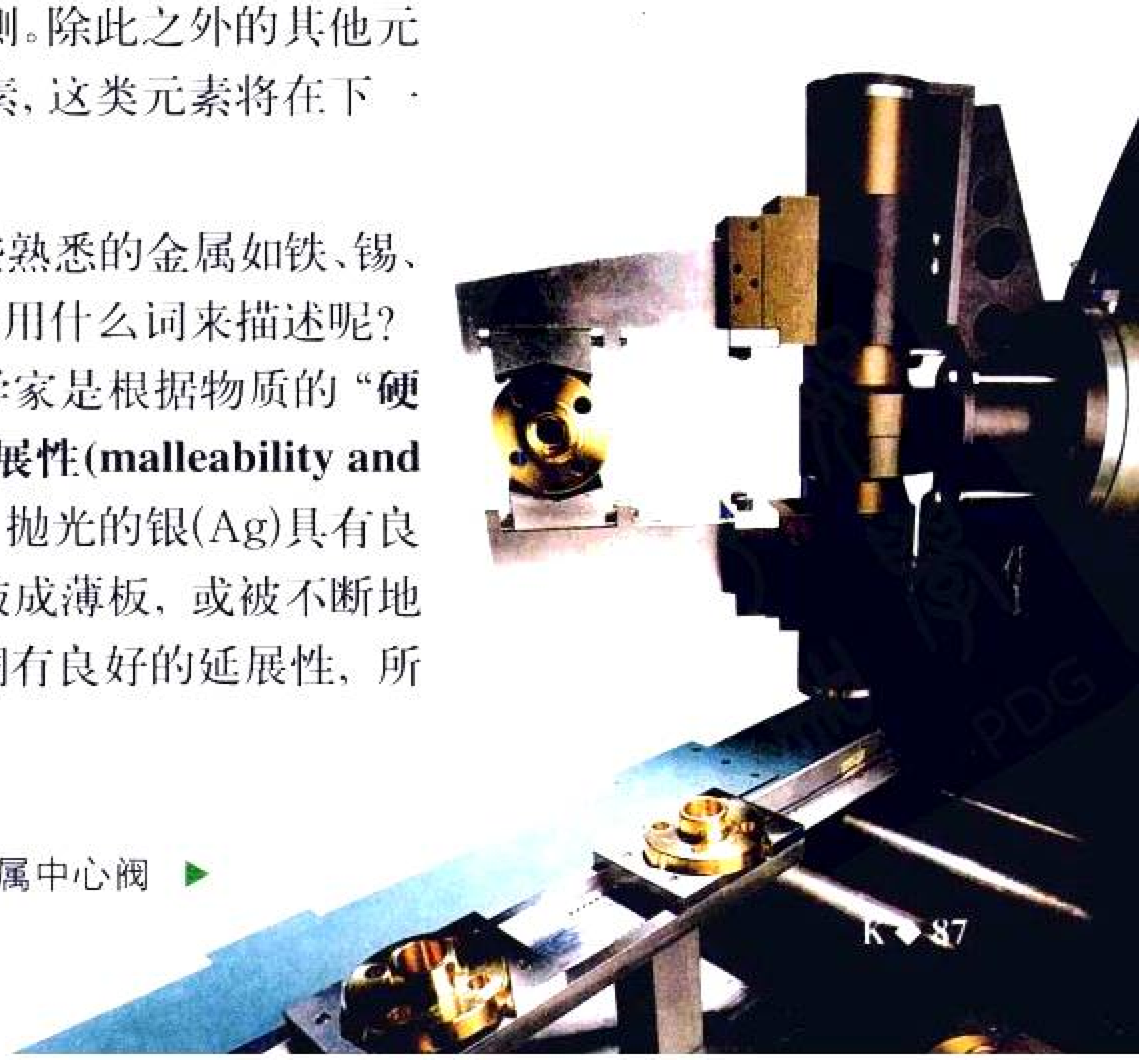
- 金属有哪些性质？
- 你如何区分日常用的各类金属制品？

阅读要点 每当你看到一种或一组不熟悉的金属名称时，就要在周期表中找到它们所处的位置。

什么是金属

通过本章第一节的学习，或者查看附录D中的元素周期表，我们就会发现，周期表中的大部分元素为金属元素，它们处于周期表中锯齿形曲线的左侧。除此之外的其他元素被归类为非金属元素和准金属元素，这类元素将在下一节详细讨论。

物理性质 什么是金属？可以从某些熟悉的金属如铁、锡、金或银开始研究。对这些金属，你会用什么词来描述呢？"硬的""有光泽的""光滑的"？化学家是根据物质的**"硬度(hardness)""光泽(shininess)""延展性(malleability and ductility)"**等物理性质划分金属的。抛光的银(Ag)具有良好的光泽，延展性是指材料可以被敲成薄板，或被不断地拉伸，甚至可以拉成线。正是因为铜有良好的延展性，所以铜可以锻压成铜板和拉成铜线。



机器人(臂)正在加工金属中心阀 ▶





图3-10 铬具有光泽，并且在空气中相对稳定，因此是制造汽车保险杠的理想材料。铁有磁性，能吸住回形针等。

大多数的金属都是热和电的良好**导体(conductor)**，因为它们能非常容易地传导热和电。有些金属有磁性，能被磁铁吸引，同时本身变成磁体。如铁(Fe)、钴(Co)和镍(Ni)等。

大多数的金属都具有非常高的熔点，所以，在室温下，金属一般都是固体。实际上，某些金属在温度高达3 400℃时才能熔化。只有汞(Hg)是例外，室温时，它是金属中惟一的液体。

化学性质 **金属具有多方面的化学性质。**一种元素所组成的单质与其他元素所组成的单质或化合物发生反应的难易程度和反应速率称为该元素的**化学活性(reactivity)**。像钠(Na)、钾(K)这样的金属，由于具有很强的化学活性，因此平时必须保存在煤油中，并加以密封。如果将其暴露在空气或水中，则将发生爆炸性的化学反应。

相对而言，金(Au)和铬(Cr)的化学活性较差。金之所以珍贵不仅因为它在自然界中的含量稀少，而且由于它在空气中不易发生化学反应而能长久地保持其特有的光泽。在空气或水中，铬不易和其他物质反应，因此，铬常常被镀在物体的外表，以保护和美化物体，汽车的外观装饰就是一例。

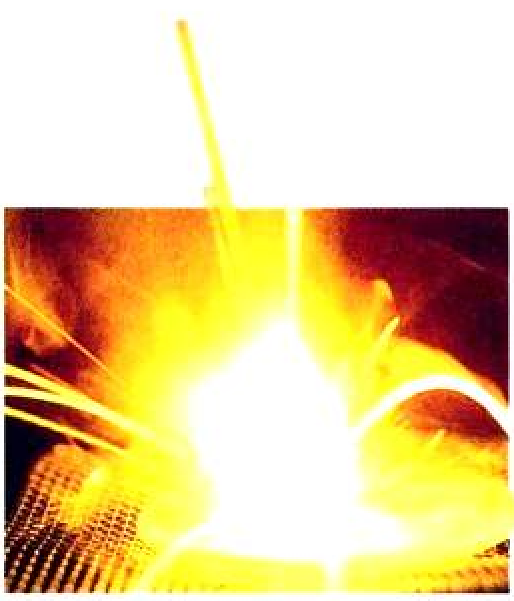


图3-11 当水滴到金属钠上时，就会发生爆炸性的化学反应。

其他金属的化学活性处于钠元素和金元素之间，他们能与大气中的氧发生缓慢的化学反应，生成金属氧化物。例如，铁暴露在大气中，它的表面会慢慢地形成红棕色的锈。金属往往是因表面生成了疏松的金属氧化物而损坏的，这一过程称为**腐蚀(corrosion)**。

☑ **想一想** ***活泼金属有哪些特性?***

合金

就像你在第一章中所学到的那样，混合物是由两种或两种以上的物质混合而成的，混合前后没有发生任何化学变化。那么，金属间能否形成有用的混合物呢？想想制造汽车的钢材、制作小号的黄铜以及用于雕像的青铜，就会知道，答案是肯定的。因为这些材料就是不同金属混合的产物。

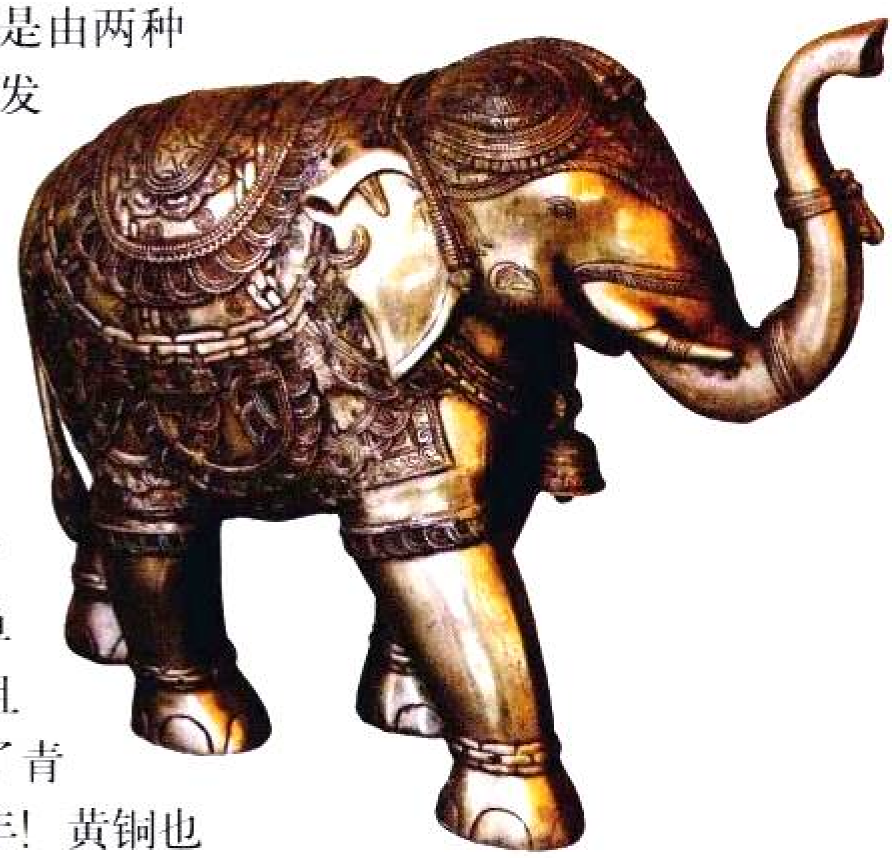


图 3-12 图中的雕像是用青铜材料——铜锡合金制成的。
分类 *合金是单质、化合物还是混合物？*

金属混合物称为**合金 (alloy)**。两种或两种以上金属相互混合，生成的合金便同时具有了组成该合金的各金属的优良性质，这种合金比单一的金属用处更大。例如，铜是一种相当柔软且延展性很好的金属，当其与锡混合后就生成了青铜，用青铜合金铸造的雕像，能保持数百上千年！黄铜也是一种合金，是铜锌混合而成的。纯铁是一种十分容易生锈的金属，但当其与碳、铬和钒等混合组成合金后，就变成了不锈钢。由不锈钢制成的餐具可以不断清洗而不生锈。

元素周期表中的金属元素

同族中的金属具有相似的性质，而不同族金属的性质在整个周期表中也是渐变的。在周期表中，金属的化学活性从左至右逐渐减小。

碱金属 周期表中的第1族金属元素（从锂到钫）称为**碱金属 (alkali metal)**。该族金属的性质非常活泼，所以在自然界中总是以化合物的形式存在，科学家还未发现以单质形式存在的碱金属。当然，现在人们看到的这些金属都是通过化学方法生产的。碱金属单质非常柔软且富有光泽，你甚至可以用塑料刀来切割它们。

碱金属中最为重要的两种元素是钠和钾。海水和盐床中含有大量的钠的化合物，你的饮食中也包含了许多钠和钾的化合物，这些物质对生命是必需的。另一种常见的碱金属是锂，它常用来制造电池和某些药物。

为什么碱金属的性质如此活泼？这是因为，每个碱金属原子的价电子只有一个，在化学变化过程中，这个电子很容易转移给其他元素的原子。只有当碱金属原子的价电子转移出去后，该原子的剩余部分才能稳定地存在。

增进技能

观察 活动

1. 找一枚较新的铜质硬币，用砂纸打磨该硬币的一边，然后将其放入泡沫塑料杯中，加醋至高出杯底 1～2cm。
2. 放置24小时，记录其间的变化。这个实验可以证明金属的什么性质？

1	2
3 Li 锂 6.941	4 Be 铍 9.012
11 Na 钠 22.990	12 Mg 镁 24.305
19 K 钾 39.098	20 Ca 钙 40.078
37 Rb 铷 85.468	38 Sr 锶 87.62
55 Cs 铯 132.905	56 Ba 钡 137.327
87 Fr 钫 (223)	88 Ra 镭 (226)



图 3-13　静脉注射液(上图中)中含有生命细胞所需的元素如钾和钠。钙是构成悬崖峭壁的石灰岩(上图右)的重要成分。
图解　*金属钾、钠和钙属于哪一族？*

碱土金属　元素周期表中的第 2 族称为**碱上金属 (alkaline earth metal)**。尽管该族中的金属元素没有第一族中的元素活泼，但与大部分金属元素相比，它们的化学活性仍然较强，因此自然界中也未发现这些金属以单质的形式存在。该族中的每一种金属都相当坚硬，具有亮白色，而且具有良好的导电性。

碱土金属中最为常见的两种元素是镁和钙。镁曾被用作照相机中的闪光灯，这种灯又称镁光灯，这是因为一旦点燃，它就能放射出强烈的光芒。镁也能与铝结合制成强度高、质量轻的合金，这类合金可用来制造金属梯子、飞机零部件以及其他产品。钙是人体中牙齿和骨骼的基本成分，它也有助于人体肌肉的正常运动。多喝牛奶和多吃绿色蔬菜，可以获得人体所需的钙。

碱土金属中的金属原子都具有 2 个价电子。像碱金属原子一样，碱土金属在化学反应过程中也容易失去它们的价电子。碱土金属的化学活性几乎和同周期中的碱金属活性相同。

过渡金属　周期表中第 3 ~ 12 族中的元素称为**过渡金属 (transition metals)**。过渡金属在周期表中起着连接周期表左侧化学活性极强的金属元素与周期表右侧化学活性较差的金属元素和其他元素的桥梁作用。由于相邻的过渡金属性质十分相似，所以相邻元素常常很难测定各自的身份。

过渡金属包括了大部分你所熟悉的金属，如铁、铜、镍、银和金元素等。大部分过渡金属既坚硬又有光泽。

金、铜以及其他一些过渡金属具有独特的色泽。所有过渡金属都有良好的导电性。

过渡金属相当稳定，与空气和水的反应缓慢或者根本不能反应。古金币能和宝石一样，虽历经千年的风雨侵蚀，仍能保持其原有的美丽，雕刻的各种花纹依然清晰可见。即便是铁，尽管它能与空气和水发生化学反应形成铁锈，但这一过程有时也需要花许多年的时间，这与其他金属的剧烈反应完全不同。

与生命科学的综合 你是否了解人体内也在使用过渡金属吗？事实上，如果没有过渡金属铁的存在，我们的生命就不可能存在。铁是一种称为血红素的生物大分子的重要组成部分，而血红素在人体的血液中起到输送氧气的作用，铁的存在也使血液变成了鲜红色。



图3-14 过渡金属常用于制造有色颜料。其中包括钴蓝、锌白、镉红以及氧化铬绿等。

混合族中的金属 第13～16族中的金属元素处于周期表中过渡金属元素的右侧，其化学活性与处于它们左侧的过渡金属完全不同。这些金属中最为人们熟悉的是铝、锡和铅。铝是一种轻质金属，常用来制造饮料罐和飞机的机身。金属锡常被薄薄地涂在钢的表面，为的是避免金属食品罐头内的腐蚀。铅是富有光泽的蓝白色金属，曾被用来制作涂料和制造水管。由于铅是一种有毒金属，因此现在已不再使用，目前铅主要用于制造汽车电池。

想一想 ***周期表中哪几族的元素属于过渡金属元素？***

3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
21 Sc 钪 44.956	22 Ti 钛 47.88	23 V 钒 50.942	24 Cr 铬 51.996	25 Mn 锰 54.938	26 Fe 铁 55.847	27 Co 钴 58.933	28 Ni 镍 58.69	29 Cu 铜 63.546	30 Zn 锌 65.39
39 Y 钇 88.906	40 Zr 锆 91.224	41 Nb 铌 92.906	42 Mo 钼 95.94	43 Tc 锝 (98)	44 Ru 钌 101.07	45 Rh 铑 102.906	46 Pd 钯 106.42	47 Ag 银 107.868	48 Cd 镉 112.411
57 La 镧 138.906	72 Hf 铪 178.49	73 Ta 钽 180.948	74 W 钨 183.85	75 Re 铼 186.207	76 Os 锇 190.23	77 Ir 铱 192.22	78 Pt 铂 195.08	79 Au 金 196.967	80 Hg 汞 200.59
89 Ac 锕 (227)	104 Rf 𬬻 (261)	105 Db 𬭊 (262)	106 Sg 𬭳 (263)	107 Bh 𬭛 (264)	108 Hs 𬭶 (265)	109 Mt 鿏 (268)	110 Uun Ununnilium (269)	111 Uuu Unununium (272)	112 Uub Ununbium (277)

58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

镧系元素和锕系元素 元素周期表底部另外排列的元素称为**镧系元素**和**锕系元素**，又称稀土元素。这类元素处于周期表中的第6和第7周期，在碱土金属和过渡金属之间，但为了制表方便，把这类元素单独放在整张周期表的下方。

镧系元素是柔软、延展性良好、富有光泽的金属，是很好的导体，在工业上用来制造各类合金。自然界中，各种镧系元素通常是混合在一起的。由于它们的性质非常相似，故分离它们十分困难。

在锕系元素中，只有钍和铀这两种元素有开采价值，因为该系中的其他元素在地球上的含量太稀少，有的甚至在自然界中根本不存在。也许你已经听说，铀是核电厂发电的材料。周期表中铀以后的元素都是人工合成的，这些元素的原子核极不稳定，很快分解为更小的原子核。事实上，这些元素在合成后，大多只能维持几分之一秒便立刻分解了。



图3-15 锕系元素中的金属镅被应用于烟雾监测器，如图所示。
图解 镅的原子序数是多少？

第二节复习

1. 列出大多数金属所具有的四种性质。
2. 比较周期表右边和左边的金属元素的化学活性。
3. 如果你在元素周期表中任意选择两个元素，该元素最有可能是金属元素还是非金属元素或准金属元素(半导体元素)？为什么？
4. **理性思维** **预测** 第118号元素至今还未发现或合成。如果存在这种元素，那么，它在周期表中应处于什么位置？你估计它属于金属，非金属，还是准金属(半导体)？该元素会有什么性质？说明理由。

提示：从第112号元素开始排列。

课题3

检查进度

观察你所获得的实验样品的性质，例如光泽、硬度、颜色等。将观察到的情况记录在你的图表中。设计一套方案来测定金属的其他性质，如导电性、导热性、密度，以及它们与酸、氧气反应时的化学活性。请注意，你要比较这些金属样品的性质。在老师同意了你的实验方案后，才可进行实验。

科学与社会

清除金属污染



金属是一种重要的原料，在工业上具有广泛的用途。例如，汞用于制造温度计、医药以及导电装置；镉和铅用来制作电池，其中铅还可制造油漆涂料。然而，这些金属都是有毒的，人体如果长时间接触这些金属将是十分有害的。

由于长期以来人们一直使用含有这些有害金属的产品，致使生产和使用它们的企业的厂房内和周围的土壤中残留了大量的这些有害金属，没有任何法律规定生产商必须清理含有这些有毒金属的企业建筑物及周围的环境。直到1980年，美国联邦政府才通过了一项法令，要求土地的拥有者和使用者有责任对这些不动产所含有的有毒物质进行清理。

争论焦点

人们是否应该清理那些被污染的土地并在此进行开发呢？ 在美国，大约有450 000个工矿企业和垃圾站因存在有毒金属的污染而被关闭。清理这些地方的一种方法是刨去被污染的土层，将其转移至专门为有毒废料所建造的填埋场。另一种常用的清理方法是在被污染的地方铺上厚厚的一层未被污染的土，以便有毒废水不可能渗透出来。所有这些想法都是为了阻止污染物的进一步扩散。

健康专家们认为，污染最为严重的地方必须进行清理，以免人们接触这些有害金属，至少这些地方应被围起来。他们认为，这些地方不能再利用。

而建筑商们却对此有不同的看法。他们认为，只要对这些地方进行清理，就能建造厂房、商住楼以及私人住宅。有些政府官员也支持这种观点。他们认为，这样做可以提供更多的就业机会。

哪些地方应该进行全面的清理呢？ 有些人仅仅希望清理人们所居住的地方。他们认为，在家中接触到有毒金属的危险程度要远远超过工作的地方，因为人们在家中的时间要比工作的时间长得多。这些人支持对住宅地进行全面清理，减少企业和办公地点的清理，限制需清理的场地数量有助于减少清理开支。

而另一些人则赞成对所有被污染的地方进行全面清理。他们认为，企业所处的地方中的有毒金属可能会扩散到周围的居民点，也可能渗透至地下水。将来人们也很有可能在这些被污染的地方建造居民点。

谁应该负责清理？ 拆除被污染的建筑、除去被污染的土壤或者在被污染的地方覆盖新土的开支都是十分昂贵的，需要花许多钱，因此确定谁为此负责是一个非常复杂的问题。在美国，联邦政府的各种法令和各州的相关法律的不同之处就在于，究竟是这些被污染的土地的现在的拥有者还是以前的使用者应对此负责。但无论如何，联邦政府和州政府都有义务为这些地方的清理提供资金。

你的看法

1. 提出问题

用你自己的话说明，被有毒金属污染的地方可能存在的各种问题。

2. 分析各种选择

在被污染的土地上进行开发，谁是获益者？人们可能会受到怎样的伤害？

3. 找出解决问题的答案

假定你是建筑商，工厂的工人，土地的拥有者，或是居住在被污染地方附近的某个居民，请你以这些人的身份从不同的角度来阐明自己对在被污染的土地上进行开发的观点，并为自己的看法辩护。

使用铜还是炭？

为了生产最佳的输水管、输电线或者铅笔芯，应该使用哪些材料？类似的问题是材料科学家经常需要面对的，为此他们常常展开各种研究，试图找到适用于不同用途的各种最佳材料。现在就让我们也来做一些材料科学家所做的事。为了充分认识材料，就必须从了解这些材料的基本性能入手。在本次实验中，你要比较铜线和石墨样品的性质。石墨是单质碳的一种形式。

问题

铜和石墨有何不同？

关键技能

观察、解释测得的数据、分类

实验材料

1.5V 干电池　　平板电加热器
200mL 烧杯　　水
秒表(记时表)　　闪光灯泡和插座
3 根绝缘线
一根约 5～6cm 长的细铜丝(未被绝缘)
2 根约 5～6cm 长的铅笔芯(石墨样品)

实验步骤

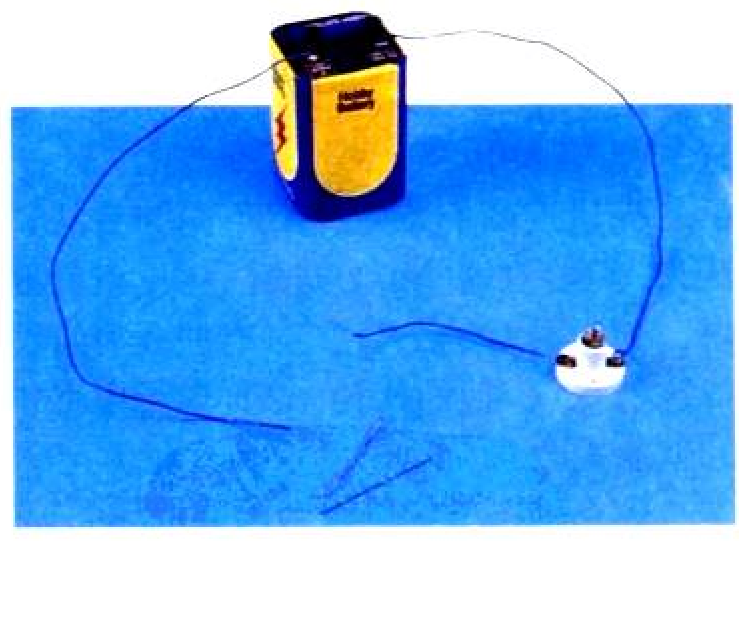
1. 在200mL烧杯中加入约3/4的水，然后在平板电加热器上慢慢加热，直至实验一和实验二完成。

实验一　测定物理性质

2. 比较两种样品的光泽和颜色，记下所观察到的结果。
3. 先尽可能弯曲铜线，再用一根石墨样品进行同样的试验，记录上述测试的结果。

实验二　测定导电性

4. 将灯泡接在插座上，取一根铜线按下图所示将干电池的一极与灯泡插座的一端连起来。
5. 将另一根铜线的一端连在干电池的另一极上，而另一端处于断开状态。
6. 将第三根铜线的一端连在灯泡插座的另一端，而另一端处于断开状态。
7. 将具有断开端的两根铜线连结起来，观察灯泡有何变化，记下观察的结果。
8. 用石墨样品之一(一根铅笔芯)代替铜线，重复上述第 7 步实验，记录观察结果。



实验三　测定导热性

9. 关闭平板加热器。

10. 一手捏住石墨样品(铅笔芯)的一端，另一手捏住铜线的一端。

11. 将石墨样品和铜线的另一端同时插入热水中(烧杯中)，使浸入水中的深度都距液面约1cm，同时，使捏住的一端离水面的距离两者大致相同(见下图)。

12. 分别记录捏住不同样品时两手感觉到发热时所经历的时间。

分析和结论

1. 比较你所观察的铜和石墨的物理性质。

2. 叙述你所进行的导电性和导热性测试的结果。

3. 根据你在此次实验中所观察到的结果，解释为什么铜可归为金属而碳不属于金属。

4. 在实验步骤11中，为什么要保持捏住铜线一端至水面的长度和石墨相同？

5. **应用**　根据本次实验所观察到的结果以及所得出的结论，铜和石墨各自更适合于生产哪些产品？

实验设计

一般情况下，金属的密度要大于非金属的密度。设计一项实验及操作步骤来比较铜和石墨的密度。经老师同意后，进行这项研究。





SECTION 3 非金属元素和准金属(半导体)元素

探索 **活动**

木炭具有哪些性质

1. 折一小段木炭，用手指搓动，观察现象。
2. 用木炭在一张纸上摩擦，描述所发生的情况。
3. 用餐刀的刀背或餐叉猛击木炭，观察结果。
4. 完成实验后，将木炭交给指导老师并洗手。

思考

分类 木炭是单质碳的多种型态之一。你把碳归为金属还是非金属？根据本次实验的结果，解释你对此问题的答案。

阅读指南

- 在元素周期表中，非金属元素和准金属元素(半导体元素)处于什么位置？
- 非金属元素和准金属元素各有哪些性质？

阅读要点 在学习非金属元素时，注意将这些元素的性质列成一个表。

举出10种不含金属的物体。在这些物体中，有些很柔软、很光滑，如一块动物毛皮、一片草叶、一件真丝衬衣等；另一些可能很坚硬，如树皮、树木，或计算机的塑料盒。这些物体中有些属于液体，如水和汽油；有些属于气体，如大气中的氧气和氮气等。

你的周围充满了不含金属或金属含量很少的各种材料。这些材料的种类不同，性质各异。有柔软的，坚硬的；有弹性的，易碎的；有气体的，液体的，等等。为了充分了解这些性质，你需要学习另一类重要的元素——非金属元素。

什么是非金属元素

非金属元素(nonmetal)是指不具有金属大部分性质的元素。**元素周期表中有17种非金属元素，它们都处于周期表中锯齿型曲线的右侧。**从表中你可发现，许多非金属元素极为常见，它们对于地球上的生命体具有非常重要的意义。



图3-16 像图中的浣熊和芦苇一样，大部分的生命体是由碳、氢、氧和氮等非金属元素构成的。



物理性质 在常温下，大多数非金属元素所组成的单质是气体，换句话说，非金属单质的沸点较低。你所吸入的空气主要是由非金属氮(N)和氧(O)两种元素组成的。另一些非金属元素所组成的单质如碳(C)和碘(I)在常温下为固体，而溴(Br)是在常温下呈液体的惟一的由非金属元素组成的单质。

图 3-17 许多非金属固体，如图中的硫黄，当用锤子敲打时，非常容易碎裂。

对比 *如果你锤打某种金属，如铜或金，那会发生什么？*

一般而言，非金属的物理性质正好与金属的物理性质相反。大多数的非金属没有光泽，外表暗淡；固体非金属较脆，这就意味着它们没有延展性。如果用锤子敲击固体非金属，它们中的大多数很容易碎裂甚至变成粉末。非金属的密度通常要比金属的密度低，而且导电和导热性能均较差。

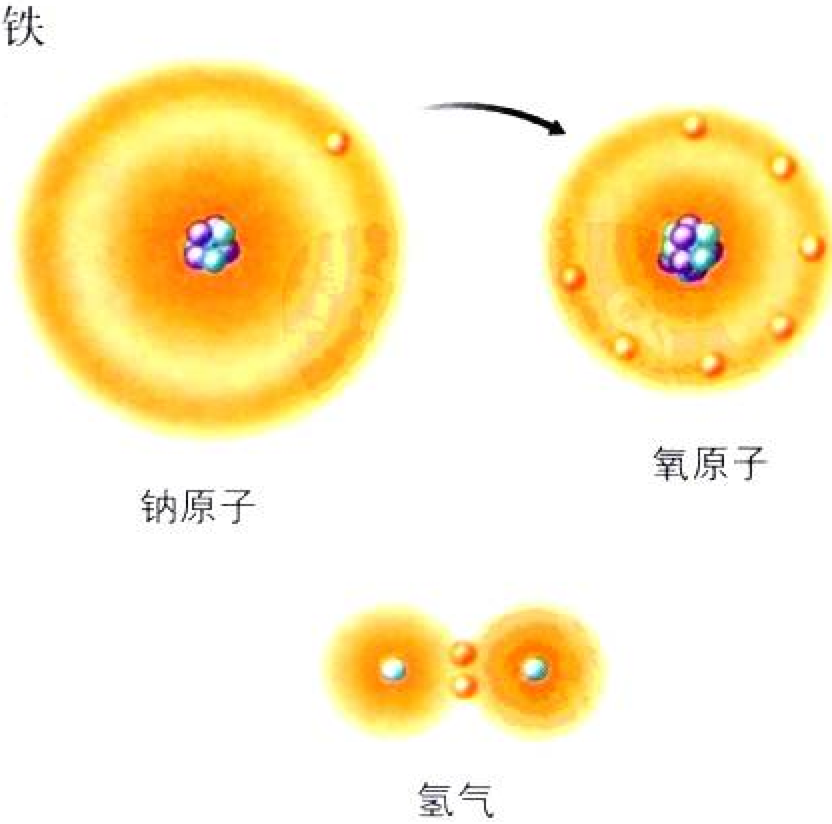
化学性质 大多数非金属元素容易形成化合物，但第18族元素例外。第18族元素的原子没有价电子，它们既不能获得(失去)电子，也不能与其他原子共享电子，不易与其他元素发生化学反应。

除第18族元素以外，其他非金属元素的原子都能够获得或共享电子，因此能够与其他原子发生化学反应，从而形成化合物。

非金属化合物 当非金属和金属发生化学反应时，金属原子中的价电子转移给非金属原子。第17族元素的非金属特征最典型，该族元素与金属反应形成的产物称为盐，其中最为人们熟知的就是食盐(NaCl)，它是由钠(Na)和氯(Cl)构成的。其他族的非金属元素也能与金属反应形成化合物。铁锈就是铁与氧气反应生成的化合物(Fe_2O_3)，这些物质呈红色片状。你经常可以看到铁钉或旧钢材表面覆盖了这一物质。

非金属元素之间也可相互反应，生成化合物。这些元素的原子通过共享电子而结合在一起，形成化合物分子。同种非金属元素的两个原子之间也可以通过共享电子形成**双原子分子(diatomic molecule)**，氧气(O_2)、氮气(N_2)和氢气(H_2)等就是通过这种方式结合的结果。

图3-18 当一种金属(如钠)与一种非金属(如氯气)反应时，一个价电子从钠原子转移到一个氯原子上。当同一种非金属元素的两个相同原子发生反应时，它们就共享价电子。



☑ **想一想** ***在元素周期表的哪些区域可以找到非金属元素？***

14	
6 C 碳 12.011	7 N 氮 14.007
14 Si 硅 28.086	15 P 磷 30.974
32 Ge 锗 72.61	33 As 砷 74.922
50 Sn 锡 118.710	51 Sb 锑 121.75
82 Pb 铅 207.2	83 Bi 铋 208.980





图3-19 木炭(上图中)主要是由碳元素组成的。农民对植物施用含氮元素的肥料(上图右)。

应用概念 *碳原子质量和氮原子质量哪个更大？为什么？*

含非金属元素的族

在本章第一节或附录D的周期表中，请找出含有非金属元素的各族。在所有这些族中，只有第18族中的元素都为非金属元素，而含有非金属元素的其他族，如第14和15族，都含有三类元素：非金属元素、金属元素和准金属(半导体)元素。因此，第14和15族中的元素与其他族中的元素不同，这些族中的元素之间的性质并不相似。

碳族 第14族就是我们所知的碳族，该族元素的原子都具有4个价电子。其中只有一种元素是非金属元素，这就是碳元素本身。排在碳元素下方的两个元素——硅元素和锗元素是准金属元素，而再下方的锡元素和铅元素则属于金属元素。

碳在生命化学中的作用十分重要，所有生物中都含有由碳原子构成的长链化合物。科学家已经鉴定了成百上千万个这样的化合物，其中有些化合物的碳链长度超过了10亿个碳原子。你将在下一节中了解到更多有关碳及其化合物的情况。

氮族 第15族又称氮族，该族中的元素其原子都有

与生命科学的综合

5个价电子，其中包括两个非金属元素——氮元素和磷元素。如果你想了解氮元素，那么就做一次深呼吸吧。大气中大约含有78%的氮元素所组成的氮气。不过，氮气(N_2)的性质很不活泼，不易与其他元素反应，所以，你吸入多少氮气，就呼出多少氮气。

生物体的生长则需要氮，但大部分生物不能吸收空气中的氮气，只有某些称为微生物的微小细菌才能使空气中的氮与其他元素结合生成植物能够吸收的含氮化合物，这一过程称为固氮作用。农民们也常用施

肥的方式在土壤中加入含氮化合物。像所有动物一样，人类也是通过进食来摄取人体所需的氮，这些食物来自植物或是食草类动物。

磷是氮族元素中的另一种非金属元素。与氮元素不同，单质磷不稳定，因此在自然界中磷通常以化合物的形式存在。因为磷的化学性质较活泼，所以磷常用来制造火柴和信号灯等闪光装置。

想一想 ***第15族中有哪些元素？***

氧族元素 第16族又称氧族元素，其原子都含有两个价电子。该族元素的原子在发生化学反应时，一般能获得或者分享2个电子。氧族元素中有三个非金属元素，它们分别是氧元素、硫元素和稀有的硒元素。

人类无时无刻不在使用氧气。我们每呼吸一次，氧气就通过人体的肺部进入血液中，随着血液的流动，氧气到达人体所需的各个部位。在缺氧的环境下，人类是不能长期生存的。人们所吸入的氧气属于双原子分子(O_2)，但有时氧也能形成三原子分子，称为臭氧(O_3)。臭氧在大气层中聚集，形成一层臭氧层，它能阻挡来自太阳光的有害紫外辐射。

氧是非常活泼的元素，几乎能与所有的其他元素发生化学反应。它也是地壳中含量最丰富的元素之一，在大气中的含量仅次于氮元素。

硫是氧族中另一种常见的非金属元素。如果你闻到过臭鸡蛋的气味，那么你就熟悉了许多硫化合物的气味。硫化合物都具有强烈的、令人不快的气味。在汽车轮胎以及许多药物中，你也能找到硫元素的存在。

试一试

证明氧气的存在 活动

如何测定氧气的存在？

1. 在一试管中加入约3cm高度的双氧水(H_2O_2)。
2. 在上述试管中加入豌豆大小的二氧化锰(MnO_2)。
3. 观察试管1分钟。
4. 在老师的指导下，将小木条点燃。
5. 5秒钟后，吹灭燃烧的小木条，迅速将其插入上述试管口中，注意小木条不能沾湿。

观察 *描述试管中所发生的物质变化。什么现象表明有氧气产生？*



16

原子序数	符号	名称	相对原子质量
8	O	氧	15.999
16	S	硫	32.066
34	Se	硒	78.96
52	Te	碲	127.60
84	Po	钋	(209)

图3-20 现代橡胶的生产需要硫元素。

图解 *在周期表中，硫元素的上方是哪个元素？*





17	18
	2 He 氦 4.003
9 F 氟 18.998	10 Ne 氖 20.180
17 Cl 氯 35.453	18 Ar 氩 39.948
35 Br 溴 79.904	36 Kr 氪 83.80
53 I 碘 126.904	54 Xe 氙 131.29
85 At 砹 (210)	86 Rn 氡 (222)

图3-21 不粘锅的涂层内含有氟元素。氟是非常活泼的元素，与邻近的惰性气体元素氖（如图，霓虹灯的灯管内含有该元素所组成的气体）的性质完全不同。

因果关系 *氖元素为什么性质非常稳定？*

卤族 第17族由氟、氯、溴、碘、砹五种元素组成，又称**卤族元素（halogen family）**。该族元素中除一种元素外其余都为非金属元素，因此这些元素都有相似的性质。卤族元素的原子具有7个价电子，在进行化学反应时，一般能够获得或共享一个电子。

所有的卤族元素都非常活泼。虽然卤族元素对人体有害甚至是十分危险的，但它们的许多化合物用途却很广泛。氟是所有非金属元素中化学活性最强的，不粘锅的涂层中就含有该元素，某些氟化合物还有助于保护我们的牙齿不受细菌的侵害。氯也是人们非常熟悉的元素，最常见的就是由钠和氯组成的化合物——食盐。氯的其他盐类还有氯化钙，它常用来熔化雪。溴可与银发生化学反应形成溴化银，它可用作照相纸上的显影剂。

惰性气体 第18族元素都为**惰性气体（noble gas）**。“noble”这个词在英文中的含意之一是指贵族阶层，他们不属于劳动者，与普通大众格格不入。正因为惰性气体一般不与其他元素发生化学反应形成化合物，故得此名。由于惰性气体的原子既不能获得、也不能失去或共享电子，因此惰性气体具有很强的化学稳定性，几乎不发生化学反应。

所有的惰性气体都存在于大气中，但含量均十分稀少。由于这些气体很稳定，因此，在19世纪以前，人们并不知道有惰性气体。氦气是科学家在研究太阳光而不是大气时偶然发现的。

你是否使用过惰性气体？如果你购买过充有氦气的气球，那么，你已经接触过该类气体了。惰性气体还用于发光的灯管——一般称为氖灯（又称霓虹灯）中。当然，这些灯管内除充有氖气外，有时还充有氩气、氙气等其他惰性气体。

氢 氢元素在周期表中处于左边最上的位置，它是最简单的元素，其原子一般只含一个质子和一个电子。由于氢的化学性质与其他元素非常不同，因此在周期表中被单独列出，不属于任何族。

1 H 氢 1.008

图3-22 氢原子十分微小，但化学活性非常强。

尽管宇宙中90%的物质是由氢原子构成的，但在地球上，氢的含量只有1%。在地球上，由氢元素组成的氢气量很少，大部分的氢与氧结合形成水。如果水分子中的化学键被断开，就会生成双分子的氢气。

想一想 *卤族包括哪几种元素？*

准金属元素（半导体元素）

介于金属与非金属元素之间的七个元素称为准金属元素。这些元素既有金属的特性，又有非金属的特性。最常见的准金属元素是硅元素，硅与氧结合能形成许多我们所熟知的物质，如沙子、玻璃和水泥等。也许你曾使用过含硼的物质，如含有硼的清洗剂，但你不会愿意与砷打交道，因为砷是有毒物质。

与物理学的综合

准金属元素（半导体元素）最有用的性质是它们可变的导电性。该类元素的导电性可随温度、光照以及所含少量杂质等因素的变化而改变。正因如此，像硅和锗（Ge）等准金属常用于制造半导体器件，故该类元素又称为半导体元素，该类物质又称为半导体。半导体是一种在一定条件下能像金属那样导电，在另一种情况下又能像非金属那样不能导电的物质。半导体常用于制造计算机芯片、晶体管以及激光器。

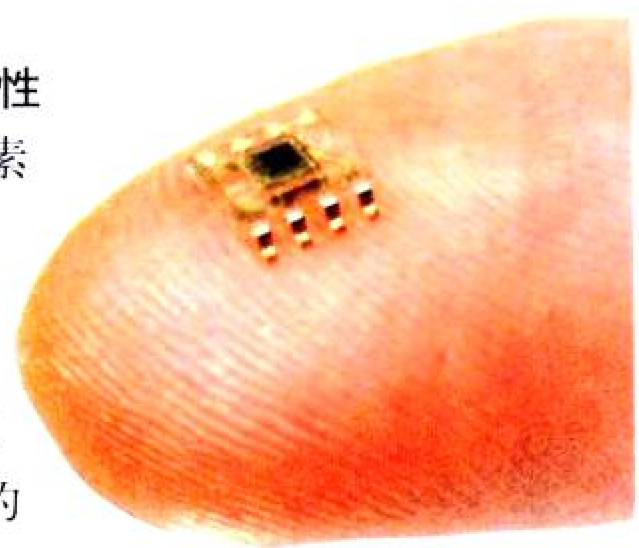


图3-23 通过放大镜可以观察到，由硅制作的计算机芯片小到能将其穿过缝衣针的针眼。

第三节复习

1. 周期表中哪些元素属于非金属元素，哪些属于准金属元素？
2. 非金属元素有哪些特征？
3. 惰性气体与其他同种元素所组成的气体有哪些不同？
4. 叙述准金属元素的某种重要用途。
5. **理性思维** **图解** 在周期表中找到碘、氙、硒这三种元素，并根据它们在周期表中的位置预测它们所具有的性质。

家中的科学

搜寻一下家中各种含卤素的化合物，仔细阅读食品、调味品、清洗剂、药品、化妆品以及各类杀虫剂的标签，如有卤素存在，往往在标签的字里行间中有氟、氯、溴、碘等字样。向你的家人指出家中某些含卤素的物品并说明卤素的性质。

假想的元素周期表

设想科学家已经通过无线电波与某遥远行星上的生命取得了联系，该行星是由许多与地球上完全相同的元素构成的，但该行星上的居民，给这些元素取了不同的符号和名称。通过电波，知道了该行星上30种元素的化学和物理性质，这些元素属于周期表中的第1、2、13、14、15、16、17、18族。现在请根据这些元素的性质将其分别放入空白周期表中合适的位置。

问题

这些元素应放在周期表中的哪些位置上?

实验用具

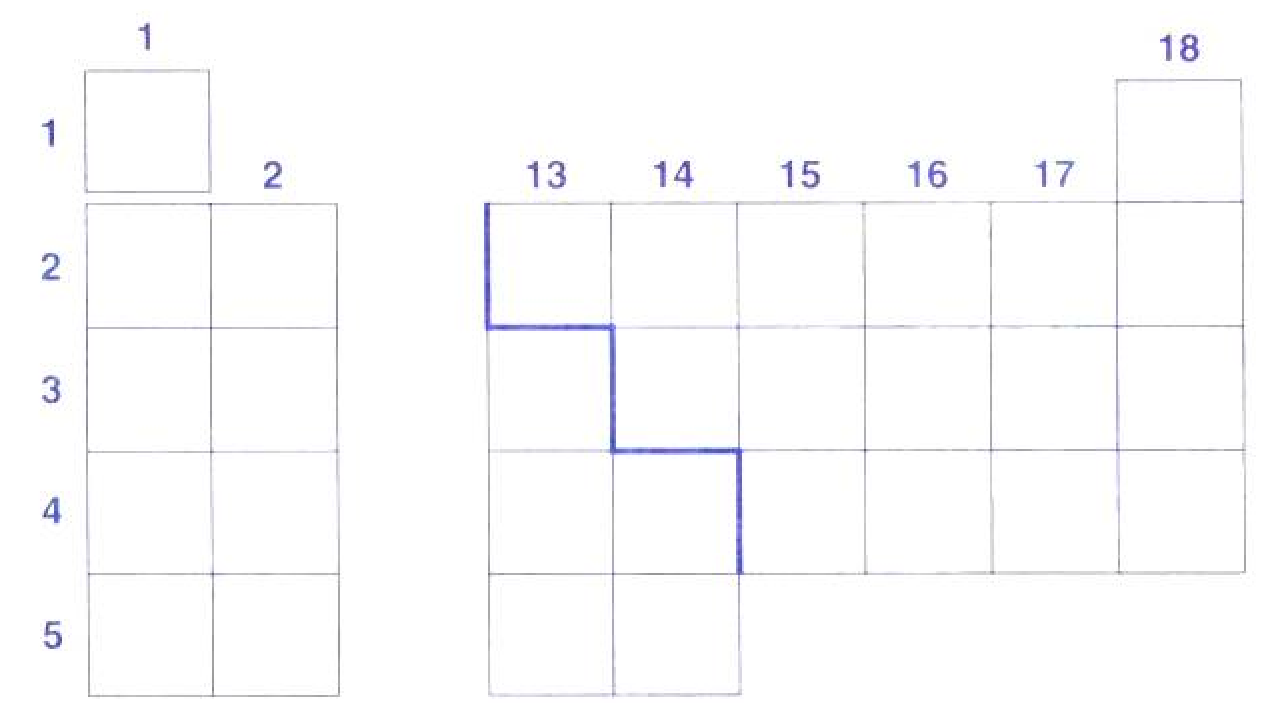
尺

用于参考的周期表(书中所附)

实验步骤

1. 将下列空白周期表复制到你的记录本上。
2. 根据下列对30种元素其物理和化学性质的叙述，判断各种元素并将其放入空白周期表中合适的位置上。
   - 有分别为bombal(Bo)、wobble(Wo)、jeptum(J)以及logon(L)4种惰性气体元素，其中，wobble的原子量最大，bombal的原子量最小，而logon的原子量小于jeptun。
   - 最活泼的一组金属是xtalt(X)、byyou(By)、chow(Ch)和quackzil(Q)，这些金属中，chow的原子量最小，且quackzil和wobble在同一周期。
   - apstrom(A)、vulcania(V)和kratt(Kt)是非金属元素，这些元素的原子一般能获得或共享一个电子。vulcania与quackzil和wobble处于同一周期。

假想的元素周期表



- ernst(E)、highho(Hi)、terriblum(T)以及sississ(Ss)都是准金属元素，其中sississ是这几个元素中原子量最大的一种，而ernst的原子量最小。highho和terriblum在第14族，terriblum原子的质子数大于highho。yazzer (Yz)临近锯齿形曲线，它属于金属元素而非准金属元素。
- 所有元素中，pfsst(Pf)元素的原子量最小，最重的元素是eldorado(El)，最活泼的非金属元素是apstrom。kratt与byyou反应能形成食盐。
- 元素doggone(D)的原子只有4个质子。
- floxxit(Fx)是生命化学中重要的元素，它能形成由该原子构成的长链的化合物。rhaatrap(R)和doadeer(Do)是第4周期的金属元素，而doadeer的化学反应活性要大于rhaatrap.
- magnificon(M)、goldy(G)以及sississ都是第15族的元素，其中，goldy原子中电子数小于magnificon。
- urrp(Up)、oz(Oz)以及nuutye(Nu)在化学反应中都能获得2个电子，nuutye能形成双原子分子且与地球大气中的某种气体的性质完全相同，而oz的原子序数小于urrp。
- 元素anatom(An)的原子具有49个电子。zapper(Z)和pie(Pi)在发生化学反应时能失去2个电子，其中zapper常用于制造闪光灯。

分析和总结

1. 将30种外来元素按其原子序数的顺序给出地球上对这些元素所命名的名称。
2. 你是否能通过一条线索就确定某些元素在周期表中的确切位置？举例说明。
3. 为什么有些元素需要两个或更多的线索方能确定其在周期表中的位置？举例说明。
4. 为什么根据元素的原子量你就能确定元素在周期表中的位置，即使目前的周期表是按元素的原子序数排列的？
5. **想一想** 哪几族元素未包括在外来元素周期表中？你是否认为外星球上可能缺少这些元素？为什么？

进一步的探索

你是否注意到外来元素周期表中的第5周期并不完整，还缺少4种元素，请为这4种元素命名并给予相应的符号(按你自己的方式)，然后为这些元素组织尽可能准确的线索，让另一位学生根据你所提供的线索确定这四个元素在周期表中的位置。



SECTION 4 化学元素的起源

探索 **活动**

能否以氢为原料制取氦

1. 氢原子是由含一个质子的原子核和围绕该核运动的一个电子所组成的。大多数氢原子核内不含中子，但也有一些氢核内含有1个或2个中子。画出上述三种类型的氢原子模型。
2. 所有的氦原子都含有2个质子和2个电子，而且，几乎所有的氦原子都含有2个中子。画出氦原子的一般模型。

思考

提出假设 氢原子是否可以相互结合形成氦原子？画出示意图证明你的假设。为什么含有中子的氢原子核对这一过程是重要的？

阅读指南

◆ 在恒星上，新元素是怎样形成的？

阅读要点 *在学习本节之前，先提出一些问题，如"像太阳这样的恒星究竟会发生什么？"等，努力思考这些问题，然后通过本节的学习，找到这些问题的答案。*

你是否想了解化学元素究竟来自何方？为什么有些元素在地球上非常普遍，而另一些则相对较少，有的甚至很少？

为了回答这些问题，科学家一直在关注着一个令你感到惊讶的地方——恒星内部。通过对太阳和其他恒星的研究，科学家已经形成了某些关于地球上物质起源的假设。

原子核的相互碰撞

像许多其他恒星一样，太阳主要是由一种元素——氢元素构成的，这些氢处于极高的温度和压力之下。那么，太阳上的温度有多高呢？太阳核内的温度大约是1 500万℃。

在太阳和其他恒星内部这样的高温和高压下，氢既不可能以固体、液体存在，也不可能以气体形式存在，而是以一种称为等离子的状态存在。处于这种状态下的物质，原子中的电子摆脱了原子核的束缚远离原子核，而原子核则相互紧密地结合在一起。

在前几节的学习中，我们已经了解到，原子核内含有质子，因此原子核带正电。一般情况下，带正电的原子核相互排斥，但在恒星内部，由于所有物质处于等离子状态，原子核之间非常接近且运动速度非常快，以至于它们可以发生不断的碰撞。



当相互碰撞的原子核具有足够能量时，它们就能够结合在一起，这一过程称为核聚变。在**核聚变(nuclear fusion)**过程中，原子核相互结合形成更大的原子核，同时释放出巨大的能量。在恒星内部，核聚变过程能将较小的原子核结合成较大的原子核，从而形成原子质量更大的元素。从这个意义上说，恒星可以说是"生产各种元素的工厂"。

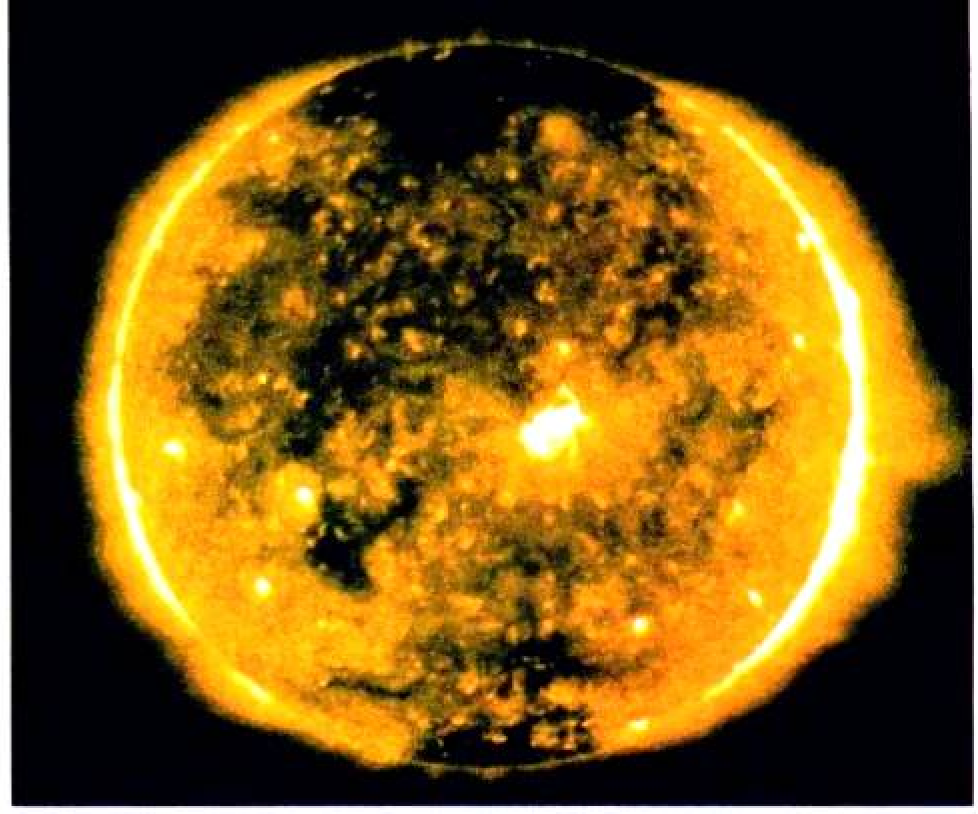


图3-24 如果没有太阳内部原子核的聚变，太阳就不会发光，更不可能有光到达地球。

预测 *在50亿年以后，如果太阳内部的氢全部耗尽，那时将会发生什么？*

☑ ***想一想*** ***什么是"核聚变"？***

来自太阳的元素

太阳和其他恒星内部所发生的核聚变是怎样进行的呢？为了回答这一问题，就需要搞清楚氢原子核内部的结构。每个氢原子核内都含有一个质子，但氢原子核内所含的中子数却有所不同，有些不含中子，有些含1个或2个中子。

在如图3-25所示的太阳内部，氢原子核经过核聚变反应后，产生氦原子核。你是否注意到，在该核反应中需要含有中子的氢原子核参与。这类含有中子的氢原子在地球上非常稀少，而在太阳内部却普遍存在。

两个氢原子核聚合后，释放出巨大的能量。事实上，太阳所具有的能量就是由这一反应产生的。换句话说，氢是提供太阳能量的燃料。虽然太阳上的氢最终将耗尽，但科学家估计，这将是50亿年以后的事了。

当太阳内部产生的氦越来越多时，太阳的温度和体积也将发生变化，这些变化将促使发生不同类型的核聚变，如两个或更多个氦原子核相互结合形成质量更大元素的原子核。具体而言，两个氦原子核可聚合成一个铍原子核，另一个氦原子核又可与铍原子核结合形成一个碳原子核，而氦原子核还可以与碳原子核结合形成氧原子核。

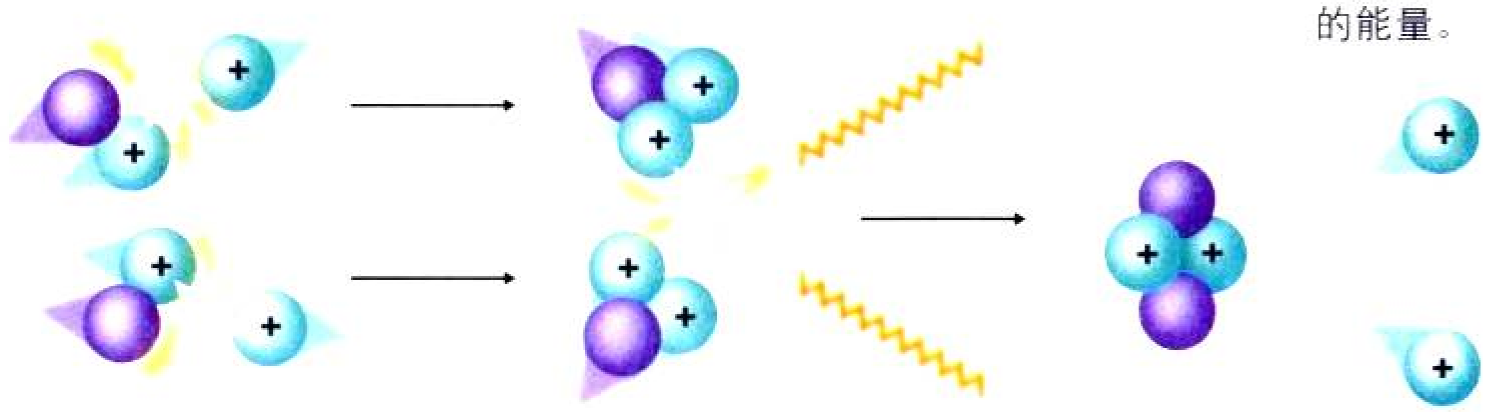


图3-25 在核聚变过程中，氢原子核相互结合产生氦原子核，同时释放出巨大的能量。

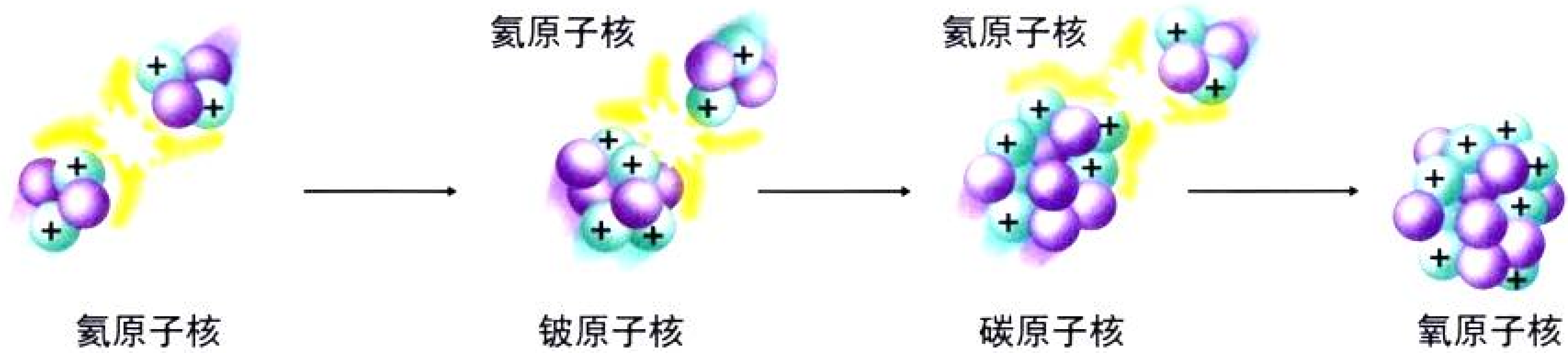


图 3-26 一系列的核聚变反应形成比氦原子核更大的原子核。

图解 *在上述核聚变中，正在形成的是哪些元素？*

一般来说，像太阳这样大小的恒星由于没有足够的能量，不可能再产生比氧元素更重的其他元素。

来自巨大恒星所产生的元素

随着时间的推移，那些更大的恒星上的温度将变得比太阳还高，这样的恒星就有了足够的能量产生更重的元素，如镁元素和硅元素。在这些更巨大的恒星中，不断发生核聚变的最终结果是，最后恒星核(恒星中心)内几乎全部是铁。

比铁元素更重的元素又是怎样产生的呢？在最大的恒星行将死亡的最终时刻，科学家观察到称为“超新星”的天文景象。“**超新星**”(**supernova**)是一种巨大的爆炸，它导致恒星的分裂，在此过程中，其温度可达 10^9℃(9亿度)。超新星过程为元素的核聚变反应提供了足够的能量，从而产生最重的元素。

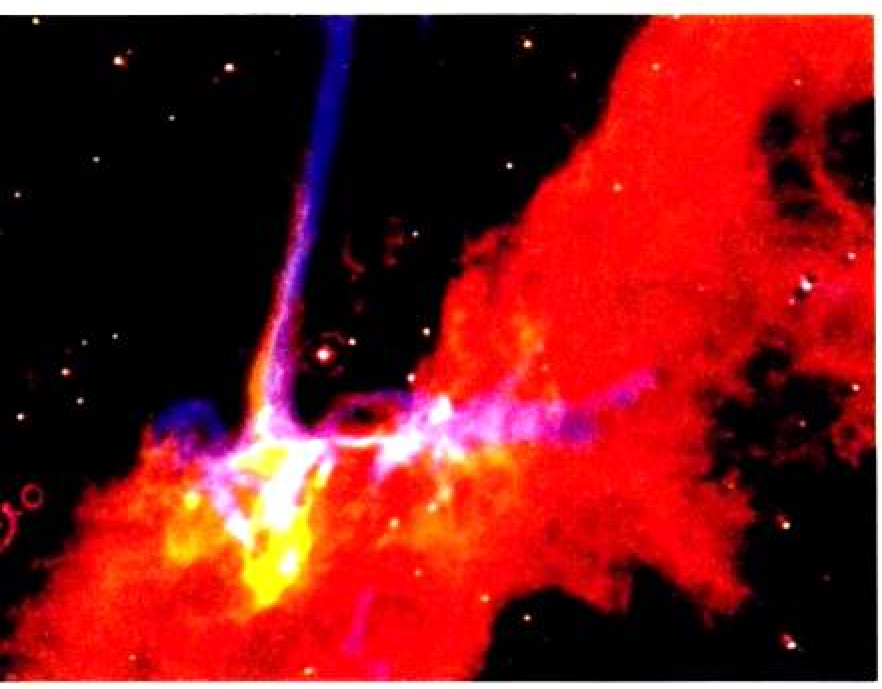


图3-27 当巨大的恒星以一种称为“超新星”形式发生大爆炸时，其所释放的能量足以产生更重的元素。

大多数天文学家认为，太阳以及围绕其旋转的行星，包括地球上的物质起初都来自于几十亿年以前所发生的一次巨大的超新星爆炸。如果这些看法是正确的，这就意味着你周围的每一件东西都是在某个恒星上所产生的，也就是说，地球上的所有物质都是浩瀚宇宙中的一部分。

第四节复习

1. 核聚变是如何产生新元素的？
2. 在像太阳这样的恒星上，发生了什么核聚变反应？
3. 将太阳上所发生的核聚变反应与更大恒星和超新星上所发生的反应进行比较，它们有什么相似和不同之处？
4. **理性思维** **推论** 在地球的自然界中，并不存在物质的等离子状态，这是为什么？

课题 3

检查进度

经老师同意后，开始测试某些金属样品，并记录每一次的测试结果。如果你不能用精确的数字来表达所测金属的某种性质时，可以用较为概括的评价、比较的语言表达。如对某金属样品的特性，可以用很好、有点、较差或一点没有等来描述。

学习指南

SECTION 1 元素的排列

主要概念

- 门捷列夫首先提出并排列了元素周期表，使人们能够根据化学元素在周期表中所处的位置来推测它们的性质。
- 周期表中的每个方格内都含有某种元素的相关信息，这些信息一般包括该元素的原子序数、元素符号、元素名称以及相对原子质量。
- 元素周期表是由族和周期组成的，整个周期表共有18个族和7个周期。
- 元素的性质可以通过其在周期表中所处的位置进行预测。

关键术语

相对原子质量	原子序数
周期表	元素符号
原子核	组
质子	族
中子	周期
电子	价电子
原子质量单位(amu)	

SECTION 2 金属元素

主要概念

- 周期表中，大部分元素都为金属元素，它们处于周期表中锯齿形曲线的左侧。
- 在周期表中，从左至右，金属元素的化学活性逐渐减小。

关键术语

延展性	合金
碱金属	导体
碱土金属	磁性
过渡金属	反应活性
镧系元素	腐蚀
锕系元素	

SECTION 3 非金属元素和准金属元素

主要概念

- 周期表中共有17种非金属元素，它们处于周期表中锯齿形曲线的右侧。
- 非金属元素没有金属元素的特性。非金属没有光泽，脆而易碎，导电、导热性较差。非金属元素能够与金属或其他非金属元素发生化学反应。
- 在周期表中，处于金属元素和非金属元素之间的有7种准金属元素(半导体元素)。准金属元素既有金属的特性又有非金属的特性。

关键术语

非金属	惰性气体
双原子分子	准金属
卤族元素	半导体

SECTION 4 化学元素的起源

与空间科学的综合

主要概念

- 恒星内部不断发生核聚变反应，产生不同元素的原子核。
- 在像太阳这样的恒星中，氢核相互结合形成氦核，随着时间的推移，还发生其他类型的核聚变反应，分别产生铍核、碳核和氧核。
- 比铁元素更重的元素是通过一种超新星过程，也就是非常巨大的恒星大爆炸产生的。

关键术语

等离子体　　核聚变　　超新星

活动

相关网站

www.science-explorer.phschool.com

复习题

选择题

（选择最佳答案）

1. 在目前使用的周期表中，元素的排列是根据________。
   - a. 相对原子质量
   - b. 原子序数
   - c. 它们与氧结合的能力
   - d. 它们的原子核内中子的数量
2. 元素周期表中的横排称为____。
   - a. 周期　　b. 族
   - c. 组　　d. 惰性气体
3. 下列各组中，化学活性最大的是___。
   - a. 碱金属　　b. 碱土金属
   - c. 过渡金属　　d. 惰性气体
4. 与金属不同，许多非金属是______。
   - a. 良好的导电和导热体
   - b. 有良好的延展性
   - c. 在室温下为气体
   - d. 有光泽
5. 在太阳内部，产生氦核的是___的核聚变反应。
   - a. 氧原子核　　b. 氖原子核
   - c. 碳原子核　　d. 氢原子核

判断题

如果叙述正确，写“T”；如果错误，写“F”，并修改划线部分

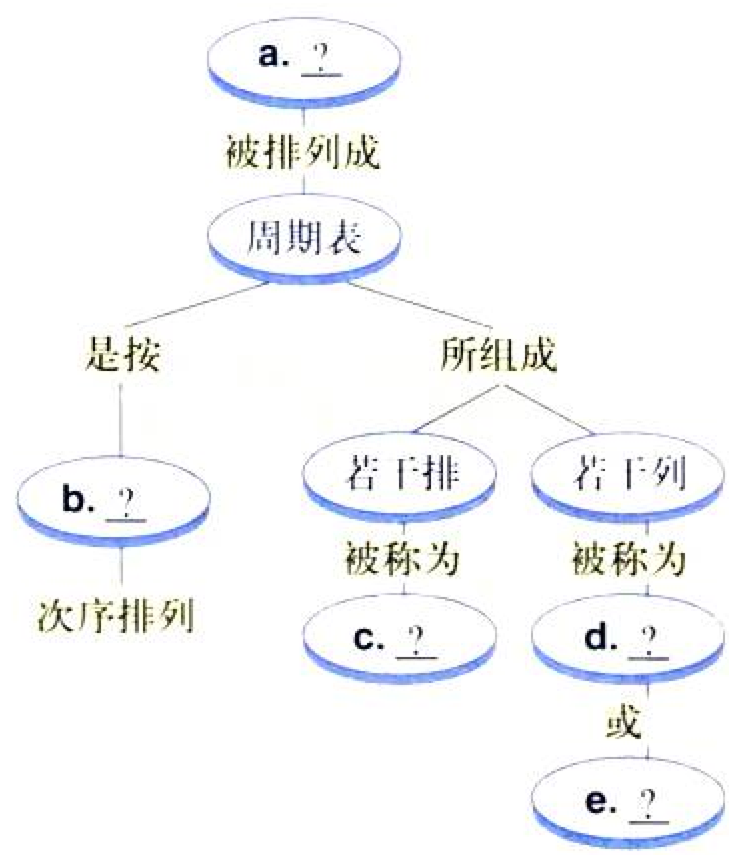
6. 人们认为，是门捷列夫首先发明了<u>元素周期表</u>。
7. 卤素属于<u>金属元素</u>。
8. 碱<u>金属</u>包括铁、铜、银和金。
9. 惰性气体通常以<u>化合物的</u>形式存在。
10. 在恒星内部，由于高温的作用，电子脱离了原子核的吸引，从而形成了称为<u>气体</u>的高度聚集的物质。

简述题

11. 为什么门捷列夫在他发明的元素周期表中会留下三个空位？他是如何解释这三个空缺的？
12. 为什么周期表中的同族元素具有相似的性质？
13. 列出五种不同的金属，举例说明每一种金属的用途。
14. 列出五种不同的非金属，举例说明每一种非金属的用途。
15. 在自然界中，为什么氯元素总是以单质形式存在？
16. **科技写作**　假定你是D.门捷列夫，并首次公布了你所发明的元素周期表，为此你给某个合作的科学家写信，解释该周期表并说明它的意义。

形象思维

17. **完图填空**　将有关周期表问题的完图填空图表复制在另一纸上，然后填空，并给该图设一标题。（有关完图填空的详细说明，参阅本书中“技能手册”部分。）



应用题

右侧表中所列的是五种元素的性质，用表中所给信息回答下列第18～20题。

五种元素的性质			
元素	外观	相对原子质量	导电性
A	无色透明气体	14.0	无
B	无色透明气体	39.9	无
C	坚硬的银白色固体	40.0	有
D	银色液体	200.6	有
E	具有光泽，略带蓝色的白色固体	207.2	略有

18. 分类 将表中的元素按金属或非金属分类，并说明理由。

19. 推论 表中元素B和C的相对原子质量都接近于40，为什么两种不同的元素会有相似的相对原子质量？

20. 总结 通过元素周期表确认表中的五种元素。

敏锐思考

21. 图解 某原子含有74个质子、74个电子和108个中子，该原子属于什么元素？

22. 对比 分别举出金属、非金属、准金属的两个例子，并对它们进行相互比较。

23. 总结 某位学化学的学生声称，他已分离出一种新的元素，并阐述了该元素具有与氟元素和氯元素相似的性质，为此他认为，该元素在周期表中的位置应处于氟和氯元素之间。该学生是否已发现了一种新元素？为什么？

24. 制作模型 画出碳原子核(6个质子和6个中子)与氦原子核(2个质子和2个中子)发生核聚变反应的模型图。假定所有的中子和质子都结合起来形成了某个新的原子核，该新的原子核属于什么元素？

学习评估

课题3

总结

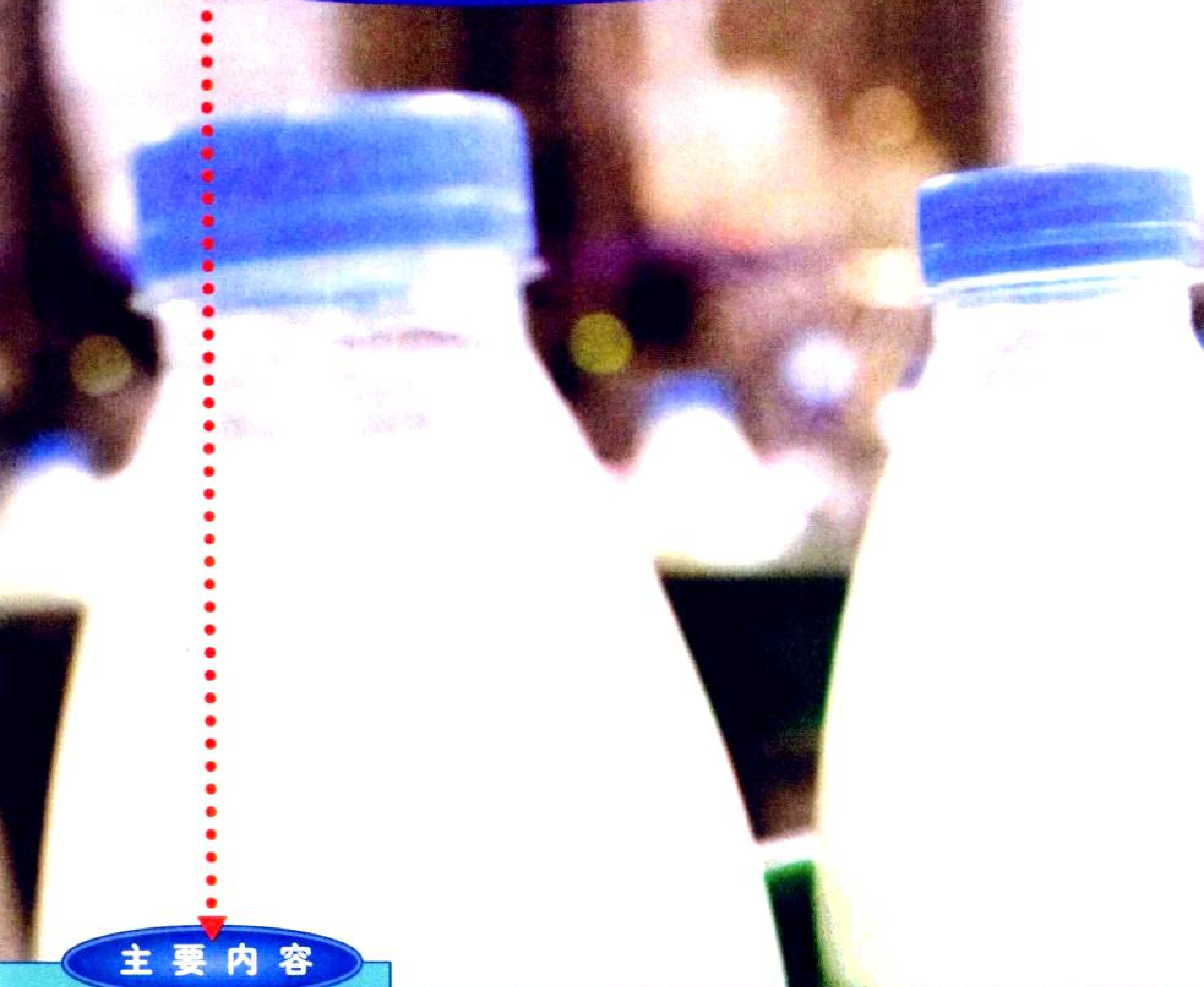
课题汇报 展示你所研究的金属对比图表，分析哪些性质是金属所共有的，哪些性质只是某些金属所特有的。猜测一下老师和同学们可能会向你提出哪些问题。

思考与记录 将你未曾测定的有关金属的其他性质记在你的实验日志中。思考一下，为了能够确定某种未知的元素是否为金属，你需要测定元素的哪些性质。

实践活动

在社区 浏览一下当地出版的报纸中是否提及了化学元素的名称，阅读提到某种化学元素的文章或广告。在你的社区中，是否有经常涉及的化学元素？如果有，请说明原因。是否某些元素以带正电荷的形式存在，而另一些元素以带负电荷的形式存在？某些元素的名称是否还有其他的含义？

第四章 碳化学



主要内容

SECTION 1 化学键　单质碳的类型

探索　铅笔为什么可以书写

技能实验室　有多少种不同排列的分子

SECTION 2 碳化合物

探索　你闻到了什么

试一试　干的还是湿的

增进技能　分类

SECTION 3 含碳的生命物质（与生命科学的综合）

探索　牛奶中含有什么

试一试　拼字游戏

生活实验室　饮料中维生素含量的测定

课题 4

食品营养成分的研究

你在喝牛奶时，是否会想到牛奶是由多种化合物组成的混合物？你也许不会想到，牛奶和装牛奶的塑料瓶都是由化学物质组成的，而且两者都含有某些由相同元素组成的化学物质。这种相同的元素就是碳元素。事实上，你饮食中的所有食物都是含碳化合物。在本课题中，你要仔细观察各种食品包装袋上的说明标签，寻找这些食品中是否含有碳化合物。

课题目标　在不同食物中寻找含碳化合物。

为了完成本课题，你必须：

- 收集至少一打附有食品成分及营养情况介绍的食品包装说明标签；
- 区分所列的含碳化合物和不含碳的物质；
- 通过对每一种食品中所含各种物质量的比较，说明标签上所列的营养成分对该食品的意义；
- 将食品中的化合物按生命体中所发现的聚合物种类进行分类。

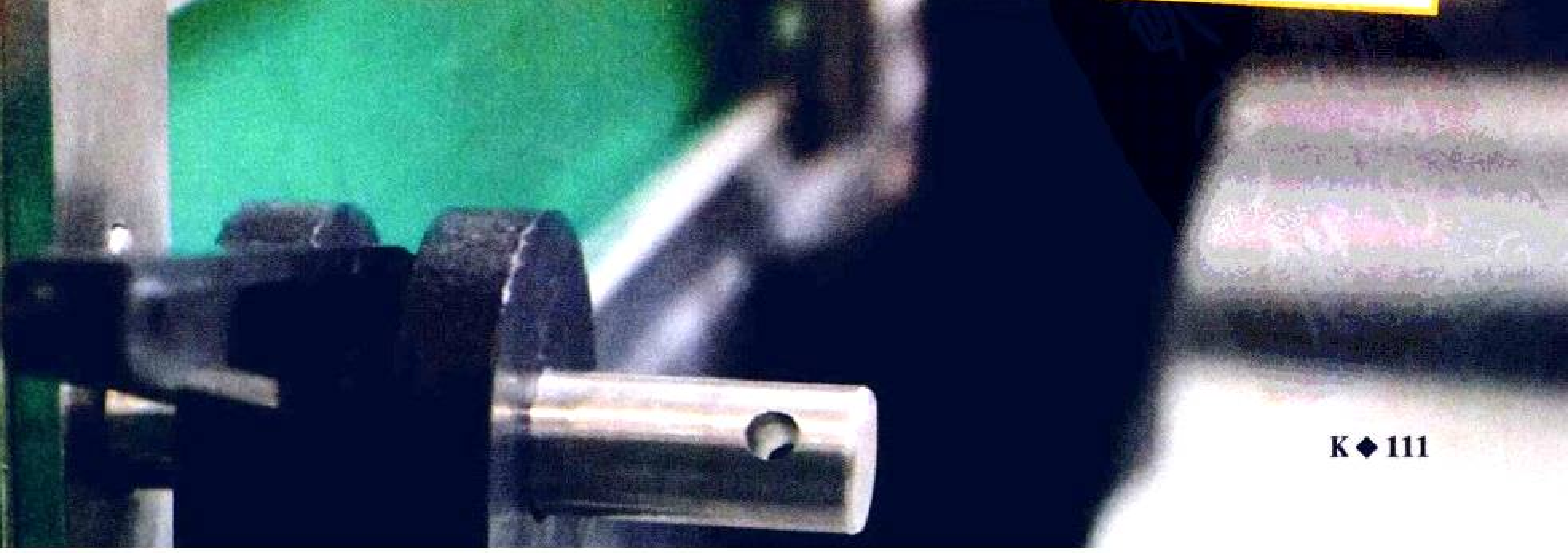
课题准备　与你班上的同学共同探讨你所挑选和研究的食品包装说明标签，并列出哪些类型的食品更容易获得其营养成分的说明。

检查进度　在学习本章知识的同时，进行该课题的研究。为了使你的课题研究按计划进行，请在下列各阶段检查进度：

第一节复习　第115页：收集食品说明标签并找到其中的营养成分。

第三节复习　第133页：识别食品中的化合物，并将其分类。

总结　在本章的最后(第139页)，你需要递交一份有关食品中所含化学物质的研究结果图表。



制瓶厂生产的塑料瓶以及瓶中的牛奶都含有碳化合物。

SECTION 1 化学键、单质碳的类型

探 索 **活 动**

铅笔为什么可以书写

1. 将纸剪成约5cm × 5cm见方，取两张这样大小的纸用手指来回摩擦。
2. 然后用铅笔芯(石墨)在每张纸的一面上涂抹，使尽可能多的石墨能留在纸面上。
3. 将上述两张纸涂有石墨的一面相互接触摩擦。
4. 完成了这些操作后，洗手。

思考

观察 你是否注意到了操作1和操作3中所发生的现象不同？想一想，石墨除了可用于制作铅笔以外，还有其他哪些用途？

阅读指南

- 为什么碳能形成大量的各种化合物？
- 有多少种类的单质碳？

阅读要点 在学习本章之前，先将你所了解的碳元素的特性列成表，然后在学习过程中，将所学到的该元素的其他特性加入到该表中。

张开你的嘴并说“啊……”噢！你的牙齿上有个小洞。现在你就需要请牙医补牙了。牙医在补牙之前，先要用钻孔器将龋齿上的损坏部分清理掉。

为什么牙医用的钻孔器那么坚硬和锋利，可以方便地在牙齿上打洞？答案还得从碳元素开始寻找。这种钻孔器的钻头是用金刚石制成的。金刚石是单质碳的一种形式，是地球上最坚硬的物质。正因为有了金刚石钻头，所以钻孔器才变得如此锋利。那么，为什么金刚石如此坚硬呢？原因在于组成金刚石的结构以及将碳原子结合在一起的化学键。



图4-1 牙医所用的钻头是用金刚石制成的，它是单质碳的一种形式。

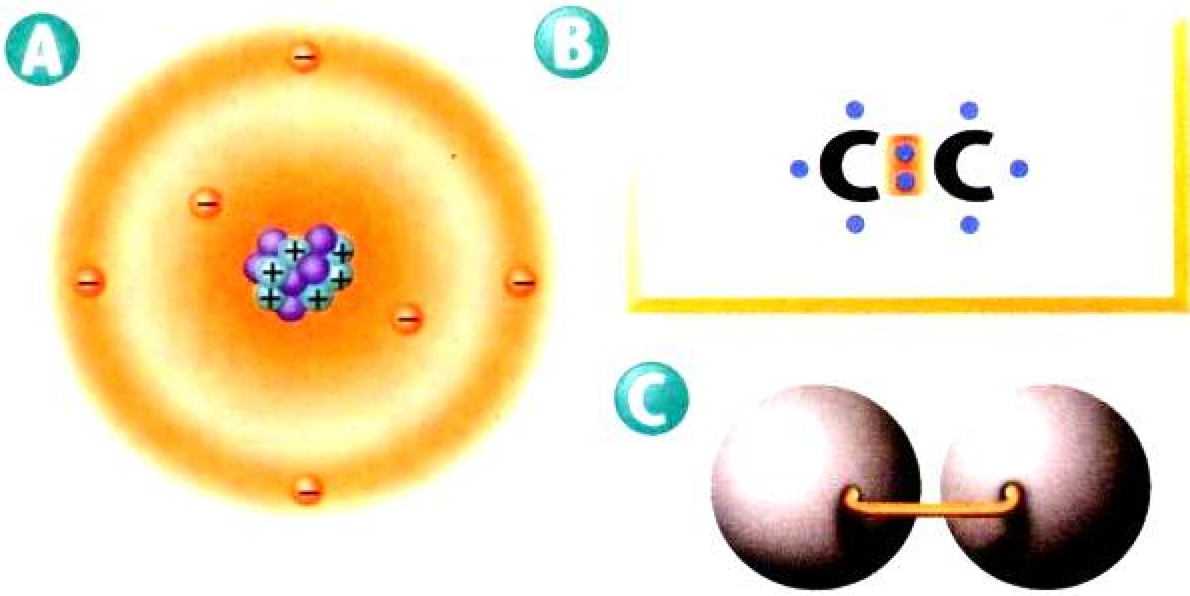


图4-2 碳的原子序数为6。**A.** 每个碳原子有4个价电子。**B.** 价电子可以用标在元素符号周围的点来表示。**C.** 一根键将两个原子结合在一起。

图解 *在一根键上包含几个价电子？*

碳原子和碳键

前面已经提到，碳的原子序数为6，这就意味着一个碳原子核中含有6个质子，而核外有6个电子，其中有四个是能够成键的价电子。

就像你所了解的那样，化学键是一种将两个原子结合在一起的力。你可以将这两个成键的原子看成是钩在了一起。两个原子之间的化学键是由它们的价电子构成的，相互成键的两个原子通过获得(失去)或者共享价电子的方式，使两个原子处于最为稳定的状态，价电子的转移或分享就产生了化学键。

所有元素(除惰性气体元素)的原子都能形成化学键，**但很少有元素像碳元素那样其原子能以许多不同的方式成键**。碳原子既可以进行自身原子的相互结合形成化学键，又可与其他元素的原子结合形成化学键。

相对其他大多数原子而言，碳原子能形成更多的化学键，这是因为碳原子有4个价电子，能形成4个化学键。相对碳原子而言，氢原子、氧原子和氮原子分别只能形成1个、2个和3个化学键。由于每个碳原子可以形成4个化学键，因此完全有可能形成含有许多甚至是成千上万个碳原子的物质。

如图4-3所示，相同数量的碳原子能以不同的方式排列，它既可以形成直链，也可以形成支链，甚至可以形成环，多个环有时还能结合在一起形成网状结构。

想一想 ***一个碳原子能形成多少个化学键？***

图4-3 这些碳链和碳环构成了分子的基本骨架。在这些分子中，碳原子与其他元素的原子键合在一起。

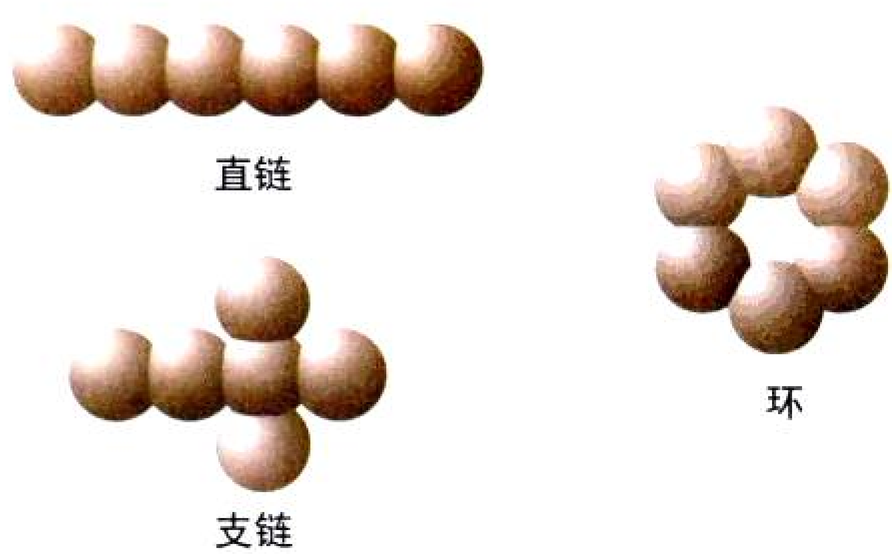
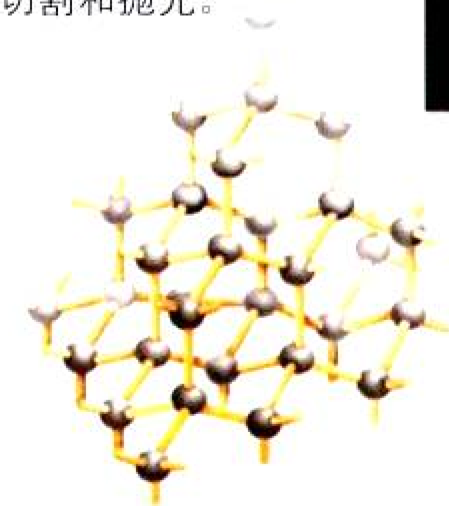




图 4-4 金刚石中的碳原子是以一种晶体结构的方式排列的。照片中的金刚石是刚挖掘的原始状态，尚未经宝石匠切割和抛光。



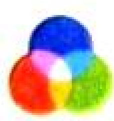
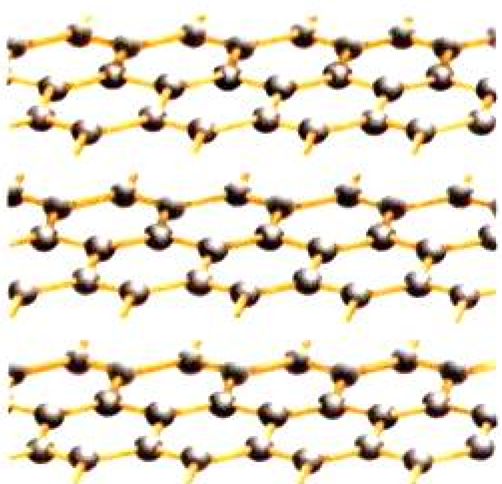


图 4-5 石墨中的碳原子是以层状结构排列的。每次你用铅笔书写时，事实上你就在使用石墨。

应用概念 你如何解释石墨的润滑性?





单质碳的多种形态

由于碳具有多种成键方式，因此纯净的单质碳可以有多种形态存在。**金刚石、石墨以及富勒烯是单质碳的三种不同形态。**

金刚石 **金刚石 (diamond)** 是最坚硬的一种物质，形成于地球的深处。在极高的温度和压力下，许多碳原子结合形成了金刚石晶体。其中，每个碳原子紧紧地与另外四个碳原子键合在一起，结果形成了极其坚硬的化学活性很差的固体。金刚石的熔点超过了 3 500℃，这个温度相当于某些恒星表面的温度。

与技术科学的综合

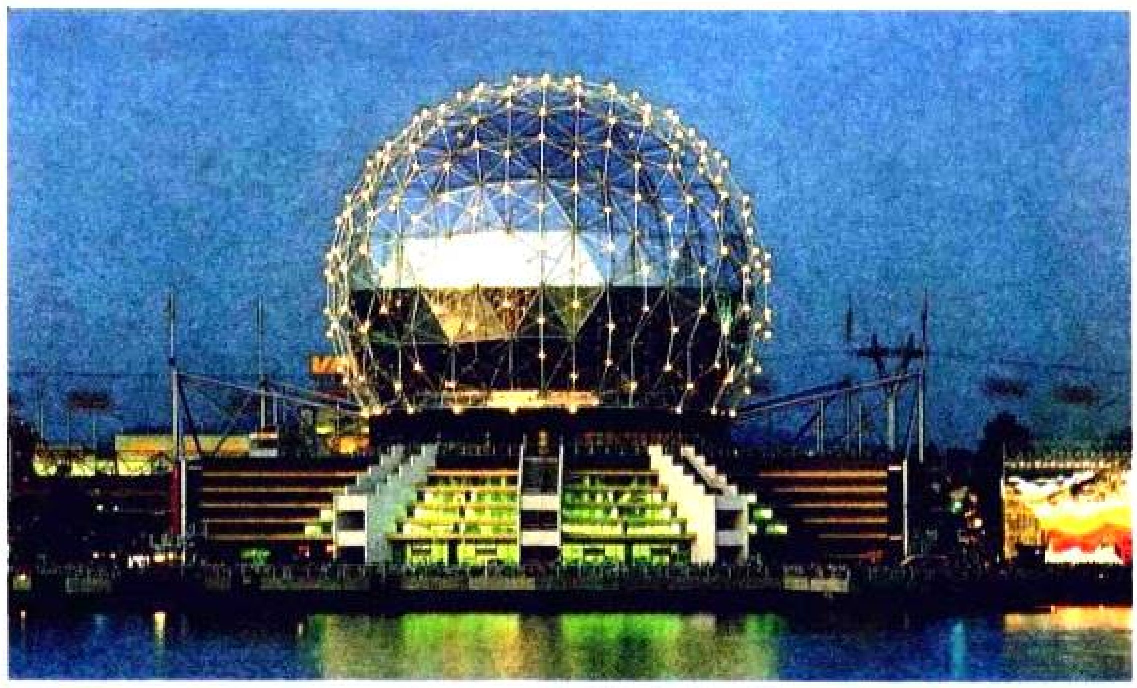
金刚石被加工成宝石后，由于其耀眼的光芒和晶莹剔透的材质而为人们所喜爱。如果晶体中含有极少量的其他元素，那么它们还会呈现出各种各样的颜色。除天然金刚石外，化学工程师也能人工合成金刚石，但这些金刚石因不够亮丽而无法制成宝石，因此人造金刚石只能用于工业用途，当然天然金刚石也能用于此目的。金刚石可以制成各种切割工具，如各种工业钻头等。

石墨 每次你用铅笔书写后，就在纸上留下了一层碳。所谓铅笔的“铅”实际上就是**石墨 (graphite)**，它属于单质碳的另一种形态，与单质铅风马牛不相及。石墨中的碳原子是以平面的层状结构紧紧地键合在一起的，层与层之间的键合非常脆弱，因此层与层很易滑动而分开。

当你用手指触摸纸上的铅笔印并在印上移动时，你会发觉其十分光滑。这种感觉与你在本节“探索活动”中的感觉一样。由于石墨非常光滑，故常用来制造供机械使用的优质润滑剂，以减少机械接触部件之间的摩擦阻力。在家中，你也许尝试过用铅笔芯(石墨)润滑钥匙孔以使不够灵活的锁容易打开。

图 4-6　在某些富勒烯中，碳原子的排列如同照片中的球状穹顶或是足球的形状。





富勒烯　1985年，美国德克萨斯州罗斯大学的科学家们制造出了第三种形态的单质碳，以前人们从不知晓还有这样一种形式的单质碳。如图4-6所示，这种类型的碳是由碳原子连续重复排列构成的，人们以建筑大师B.富勒的名字命名了这种形式的单质碳，称为**富勒烯(fullarene)**。这是因为富勒设计了如图4-6中的称为球状穹顶的建筑物，而某些富勒烯的结构与其正好十分相似。

化学家们正在寻找使用富勒烯的方法。由于富勒烯成球状且具有向外开放的面，而内部却是空的，这就有可能将其他物质引入到该球状体内部。例如，也许有一天，富勒烯可以用来携带药物进入人体的各个部位。

第一节复习

1. 从碳键的角度，说明为什么碳元素能形成众多的碳化合物。
2. 列出纯净单质碳的三种不同形态。
3. 在原子间形成化学键时，这些原子的价电子发生了什么变化？
4. **理性思维**　**对比**　根据碳键形成的不同，说明为什么石墨和金刚石具有完全不同的性质？

检查进度　课题4

收集至少一打的食品说明标签，可以从食品罐头、食品包装盒和食品瓶上来收集。标签上必须有明确而又清晰的说明，每个标签一般是按所含成分量的多少排列各成分的。在每个说明标签中找到营养成分表。这些表列出了每单位中各种营养的量以及每单位所提供的营养占每日所需营养的百分比。

技能实验室

制作模型

有多少种不同排列的分子

碳原子可以组成大量的各种化合物。有些含碳化合物中，只含有几个碳原子，而另一些则含有成千上万个碳原子。在本次实验中，你将用块状软胶糖代表原子，用牙签代表化学键制作含碳化合物的模型。

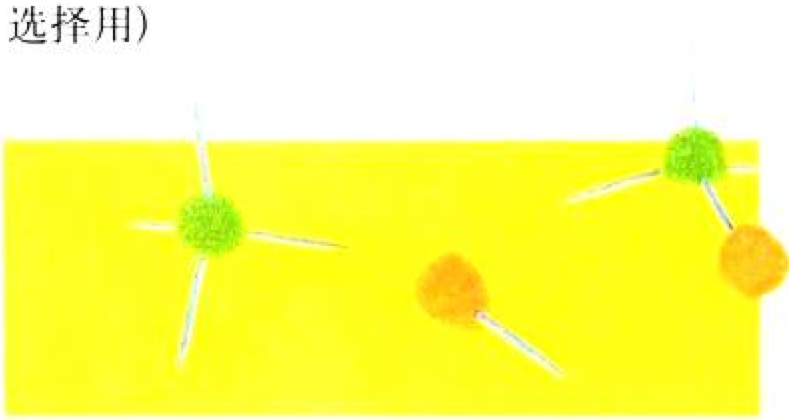
问题

相同数量的碳原子结合在一起可以有多少种不同的排列方式？

实验材料

48 根牙签

三种颜色的软胶糖：第一种颜色的36颗，第二种颜色的15颗，第三种颜色的4～5颗(供选择用)



操作步骤

1. 以第二种颜色的软胶糖代表碳原子，用第一种颜色的软胶糖代表氢原子。在制作模型时应注意以下规则：
   - 每个碳原子应有四根键
   - 每个氢原子只有一根键
2. 制作一个 CH_4(甲烷)的模型。
3. 再制作一个 C_2H_6(乙烷)的模型。
4. 制作一个 C_3H_8(丙烷)的模型。在丙烷分子中原子的排列是否有多种方式？

   提示： 在该分子的碳链上会有支链吗？所有的碳原子是否都在一条线上？
5. 现在开始制作 C_4H_{10}(丁烷)模型，使其所有的碳原子都在一条线上。
6. 再制作第二个丁烷的模型，使其具有支链。
7. 将丁烷的直链模型与支链模型进行比较，是否还有其他排列方式？
8. 估计一下，C_5H_{12}(戊烷)会有几种不同的结构。
9. 尽可能多地制成不同结构的戊烷模型，以验证你的推测是否正确。

分析和结论

1. 你所制作的模型中，哪个模型中氢原子正好处于两个碳原子之间？为什么？
2. 支链结构和直链结构有哪些不同？
3. 分子式为 C_3H_8、C_4H_{10} 或 C_5H_{12} 各有多少种不同结构？用图标说明。
4. 如果将直链结构的碳骨架弯曲，是否又得到一种新的结构？为什么？
5. **想一想** 将模型中所获得的信息与像分子式为C_6H_{14}中所获得的信息进行比较，怎样通过模型来帮助你理解分子的结构？

进一步探索

用第三种颜色的软胶糖代表氧原子。一个氧原子可形成两根键，根据这一规则，尽可能多地制作分子式为 $C_4H_{10}O$ 的不同结构模型。

2 碳化合物

探 索 **活 动**



你闻到了什么

1. 将老师提供的含有未知物的纸杯拿近你的鼻子，然后用另一只手在该纸杯的上方轻轻扇动。
2. 努力辨别每个纸杯中所含物质的气味。
3. 推测每个纸杯中可能含有的物质，然后与实际物质进行比较。

思考

提出假设 提出一种假设来说明，为什么一种物质的气味与另一种物质的气味不同。

设想你正在制订一整天外出购物的计划。首先你要购买一件红色的棉质衬衣，然后去日用品商店，买一瓶洗发剂和一叠书写纸。下一站，你又去了杂货店，买了丙烷——一种用于野外烧烤炉和气灯的燃料。最后，你去食品店，买各种主食、肉类以及蔬菜等。

在需要购买的所有商品中，它们具有什么共性？这些物品都是由含碳化合物组成的，这些化合物分子的基本骨架都是由碳原子构成的。含碳化合物中有气体(如丙烷)，有液体(如橄榄油)，也有固体(如石蜡和棉花)。食品、纸张以及洗发剂中，常含有各种含碳化合物的混合物。事实上，所有已知的化合物中，超过90%的化合物属于含碳化合物。

阅读指导

- 许多有机化合物具有哪些共性？
- 碳氢化合物中的碳链有哪些类型？
- 举几个碳氢化合物中氢被取代后的产物实例。

阅读要点 在阅读本节前，用标题的形式将不同类型的有机化合物列成一个提纲，然后在阅读时，将所学的知识充入到你的提纲中。

有机化合物

由于含碳化合物的种类繁多，因此，除某些物质外，这类化合物还有一个特别的名称——**有机化合物(organic compound)**。“有机”一词的含义就是“来自于生命体的”。这一名称的由来，是因为早期的科学家曾认为，有机化合物只能由生命体产生。的确，有机化



图4-7 你是否意识到，你在购买衬衣时实际上是在购买含碳化合物？



图 4-8 所有的生命体都含有有机化合物。有机物包括用于煎炸食品的食用油、包装苹果的塑料盘和塑料薄膜，甚至被包装的苹果也是有机化合物。

推论 *图中的狗与食用油、苹果、塑料包装膜以及塑料盘有什么共同之处？*

合物是地球上每一种生命体的组成部分。不仅如此，利用生命体生长所产生的物质为原料生产的产品，也属于有机化合物，如由树木制造的纸张等。不过，有机化合物也可以通过人工合成的方法来制造。塑料、化学纤维、清洗液以及许多其他产品都是人工合成的有机化合物。人工合成的大部分有机化合物，主要是由石油，又称原油生产的。

许多有机化合物具有相似的性质，如低熔点和低沸点。正因如此，许多有机化合物在室温下都为液体或气体。液态的有机化合物一般都有强烈的气味，它们不能导电。有机化合物的水溶性也较差。你可能见过瓶内的色拉酱常分离出一层菜油样的液体，这层液体就是几种有机化合物的混合物，它们不溶于水。

碳氢化合物

科学家将有机化合物分成了几类，其中最简单的有机化合物就是碳氢化合物，又称烃类化合物。顾名思义，**碳氢化合物(hydrocarbon)**就是指这类化合物只含有碳和氢两种元素。**在碳氢化合物中，碳链可以是直链，也可以是支链，还可能含有环状结构。**

你可能已经了解了一些常见的碳氢化合物，其中包括甲烷、丙烷、丁烷等。甲烷又称天然气，常用于家庭加热的能源。丙烷常用作便携式加热炉和烤炉的燃料，也可向热气球提供热能。丁烷是大多数打火机的燃料。此外，汽油是几种碳氢化合物的混合物，石蜡也是碳氢化合物，它是制造蜡烛的重要原料。

碳氢化合物的性质 所有碳氢化合物都是易燃物，它们很容易燃烧，燃烧时会释放出大量的能量。这就是为什么碳氢化合物可以作为各种加热器、加热炉以及大、小汽车和飞机燃料的原因。

像大部分有机化合物一样，碳氢化合物不易与水混合。你是否有过在大雨天在加油站躲雨的经历？如有，你可能会注意到，路面的积水处常漂浮着薄薄一层有彩色条纹的油膜。

碳氢化合物的分子式 各种碳氢化合物分子因所含碳原子和氢原子数量的不同而有所差别。你可以通过某种书写方式表示构成每个碳氢化合物分子中元素的种类与原子的数量。**分子式(molecular formula)**就是其中之一的表达方式，它可向我们提供每个化合物分子中所含的元素种类和每种元素原子的数量等信息。

最简单的碳氢化合物是甲烷，其分子式为CH_4，其中数字“4”表示该分子中氢原子的数量。注意，数字“4”为**下标(subscripts)**，书写时该数字比表示元素的字母符号位置要低而小一些。此外，在此分子式中，表示碳的字母“C”下方没有下标，表示每个甲烷分子中只有一个碳原子。

具有两个碳原子的碳氢化合物是乙烷，其分子式为C_2H_6。从该分子式的下标可以知道，一个乙烷分子是由2个碳原子和6个氢原子构成的。丙烷(C_3H_8)是含有3个碳原子的碳氢化合物，同理，从下标可以知道，该化合物有8个氢原子。

***想一想* 什么是碳氢化合物？**

试一试

干的还是湿的 活动

凡士林是由碳氢化合物制成的。

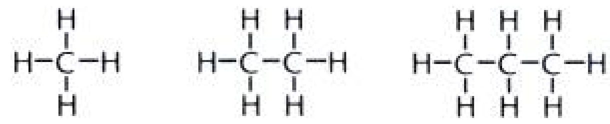
1. 将凡士林小心地涂在你的手指上。
2. 将该手指浸入水中，同时将另一只手的某个手指也浸入水中。
3. 仔细观察这两个手指，并体会这两个手指的不同感觉。
4. 用纸巾擦去手指上的凡士林，然后洗手。

推论 比较步骤2和3中两手指的感觉和所观察到现象。本实验证明了有机化合物的什么性质？



图4-9 在该油井顶端燃烧的天然气就是由碳氢化合物组成的。





CH_4 甲烷　C_2H_6 乙烷　C_3H_8 丙烷

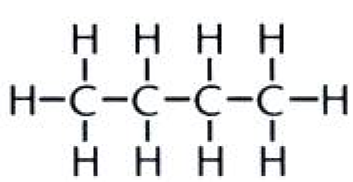
图 4-10 在这些结构式中，每个碳原子周围都有4个化学键(用4根短线表示)。图中用于气灯燃料的丙烷，其每个分子中都含有三个碳原子。

直链型和支链型碳氢化合物

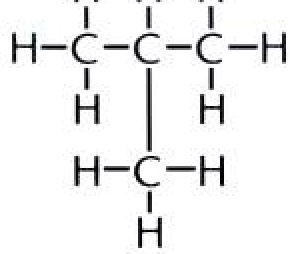
如果某种碳氢化合物只含有2个或3个碳原子，那么，这些碳原子只能形成直链型化合物。如果碳氢化合物中含有4个或4个以上的碳原子，那么，这些碳原子就有可能排列成支链状。

结构式 为了能准确显示出某个化合物分子中原子是如何排列的，化学家们采用了结构式来描述。**结构式 (structural formula)** 能显示某个分子中原子的种类、数量以及原子的排列方式。图4-10列出了甲烷、乙烷和丙烷分子的结构式，其中每根短直线(—)代表一个化学键。在甲烷分子中，每个碳原子与4个氢原子连接，而在乙烷和丙烷分子中，每个碳原子至少与一个碳原子连接，余下的再与氢原子结合。通过对结构式的观察，你会发现，每个碳原子都能形成4个化学键，而氢原子只能形成一个化学键，分子中不存在未成键的游离化学键。

图4-11 C_4H_{10}有两个异构体——正丁烷和异丁烷。
图解 *哪一种异构体是直链型的?*



C_4H_{10}
丁　烷



C_4H_{10}
异丁烷

同分异构体 仅仅观察丁烷(C_4H_{10})的分子式并不能了解该分子中原子的排列方式。事实上，分子式为C_4H_{10}的物质中，其分子中的碳原子有两种不同的排列方式，图4-11列出了这两种排列方式。分子式相同而结构不同的化合物互称为**同分异构体 (isomer)**。分子式相同而结构不同的每个异构体属于完全不同的物质，各自具有不同的性质。

如图4-11所示的两种异构体中，一种称为正丁烷，它是直链型的，而另一种称为异丁烷，属支链型。尽管这两个分子都有4个碳原子和10个氢原子，但是其中原子的排列方式完全不同，因此，它们属于性质不同的两种化合物。例如，正丁烷和异丁烷的熔点和沸点就完全不同。

☑ ***想一想*** ***结构式和分子式有什么不同?***

双键和叁键

到目前为止，你所学习的结构式中，两个碳原子之间只有一根单键(两个碳原子之间只有一根短线)。实际上，两个碳原子之间不但可以形成一根单键，而且也可以形成双键甚至叁键。此外，一个碳原子也可以和一个氧原子形成单键或双键。在结构式中，用两根平行的短线(C=C)代表双键，你可以认为成双键的两个原子获得两倍的结合。同样以三根平行的短线(C ≡ C)表示三键，超过三键的情况自然界中尚未发现。

饱和与不饱和碳氢化合物

根据碳原子之间成键的类型可以对碳氢化合物进行分类。如果化合物中只存在单键，那么该烃的碳链上连有最大数量的氢原子，这些烃类化合物就称为饱和的碳氢化合物，又称**饱和烃(saturated hydrocarbon)**。你可以认为，这类烃中的碳原子被氢原子所"饱和"，或者说被氢原子填满。具有双键或叁键的烃类化合物，其碳链上所连接的氢原子数比饱和烃的少，因此，这类烃被称为**不饱和烃(unsaturated hydrocarbon)**。

你可能已经注意到，甲烷(methane)、乙烷(ethane)、丙烷(propane)和丁烷(butane)都有一个"烷"字(英文名称中都有后缀"-ane")，这是特指饱和烃。如果烃类化合物的名称中有"烯"字或是"炔"字(英文名称中有后缀"-ene"或"-yne")，则为不饱和烃。

只含有一个双键的最简单不饱和烃是乙烯(ethene C_2H_4)。许多水果如香蕉都能产生乙烯气体，乙烯气体有助于水果成熟。

乙炔(ethyne C_2H_2)是含有叁键的最简单的不饱和烃，其更常用的英文名称为acetylene。乙炔常用于焊接。

增进技能

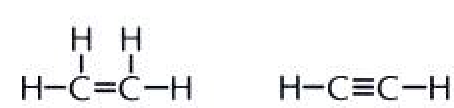
分　类　活动

请指出下列各种烃类化合物中，哪些含有单键，哪些含有双键或叁键？

提示：注意碳原子总是形成4个化学键，而氢原子只能形成1个化学键。

C_2H_6	C_2H_4
C_2H_2	C_3H_8
C_3H_6	C_3H_4
C_4H_{10}	

图4-12　不饱和烃含有双键和叁键。乙烯气体能使水果如香蕉成熟(见左下图)。乙炔作为焊接的燃料常用于焊接输油管道(见右下图)。



C_2H_4　　C_2H_2

乙烯　　乙炔





译者注：烃的衍生物还有醛、酮等。

烃的衍生物

我们知道，碳氢化合物是分子中只含碳和氢的物质，但是，碳也能与其他元素形成强而稳定的化学键，这些元素包括氧、氮、硫以及卤族元素。如果一个非氢元素的原子取代了烃类化合物中的一个氢原子，那么，不同于原来烃的新物质就产生了。新生成的化合物称为**烃的衍生物 (substituted hydrocarbon)**。在烃的衍生物分子中，非氢元素的原子替代了烃类化合物分子中的一个或几个氢原子。烃的衍生物包括卤代烃、醇以及有机酸等*。

卤代烃 烃类化合物分子中的氢原子被一个或多个卤素原子取代后的产物，称为卤代烃。卤族元素包括氟、氯、溴和碘。

卤代烃中有一种称为氟利昂(CCl_2F_2)的物质，曾作为制冷剂被广泛应用于冰箱和空调中。近来，人们发现氟利昂对环境有破坏作用，于是该物质将被禁止使用。目前已经找到了两种安全的替代物。还有两种卤代烃，现在被用作干洗液，它们是三氯乙烷($C_2H_3Cl_3$)和四氯乙烯(C_2Cl_4)。

醇 原子团“-OH”也能取代烃类化合物分子中的氢原子。每个-OH是由一个氧原子和一个氢原子组成的，称为**羟基 (hydroxyl group)**。**醇 (alcohol)** 类化合物是含有一个或多个羟基的另一类烃的衍生物。



图4-13 甲醇常用在暴风雪天气时飞机的防冻剂。
分类 *烃是如何转化为醇的?*

大部分醇都能很好地溶于水，而且其沸点也比相应的烃类化合物高，这也就是为什么在室温下甲烷(CH_4)是气体而甲醇(CH_3OH)却是液体的根本原因。甲醇是制造塑料和合成纤维的主要原料，它也可用于去除飞机机身上的冰，但是甲醇是毒性很大的物质。

当一个羟基取代了乙烷分子中的一个氢原子时，形成的醇类化合物称为乙醇(C_2H_5OH)。乙醇可以通过酵母(一种细菌)对玉米、小麦以及大麦中的糖分进行发酵后产生。对许多不溶于水的有机化合物而言，乙醇是一种良好的溶剂。乙醇掺入汽油后形成“酒精汽油”，用作



图 4-14　甲酸是最简单的有机酸。蚂蚁在叮咬人体时会分泌出蚁酸，这种酸就是甲酸，它使人们被螫后产生刺痛感。

汽车发动机的燃料。乙醇还常用于医药工业。大多数酒的主要成分也是乙醇。

工业用乙醇不能饮用，这是因为其中加入了如甲醇之类的有毒化合物，所形成的有毒混合物称为变性酒精。

有机酸　当你咬一口柠檬、橘子或是葡萄、柚子时，是否感到有点酸？许多水果的酸味来自于一种叫柠檬酸的有机酸。**有机酸(organic acid)**也属于烃的衍生物。这类物质的分子中含有一个或多个“$-COOH$”原子团，这种原子团称为**羧基(carboxyl group)**。

许多食品中都含有机酸的成分。醋酸又称乙酸(CH_3COOH)，是食醋的主要成分；苹果酸存在于苹果中；黄油变质，具有酸腐味，就是产生了丁酸的缘故。

长刺的荨麻类植物能产生甲酸($HCOOH$)，所以，当人的皮肤被这类植物刺破后会有刺痛感。这和你被蚂蚁叮咬后产生痛感的原因是一样的，因此甲酸又常称为蚁酸。

图 4-15　酯有一种特有的令人愉快的芳香味。制作草莓酱时之所以能闻到香味也是酯的缘故。



酯

醇与有机酸通过化学反应所形成的新化合物称为**酯(ester)**。许多酯都具有令人愉快的水果香味。如果你曾用冻青油制作糖果，那么你一定熟悉这类酯的香味。同样，苹果、草莓、香蕉以及菠萝的香味也是其中含有酯的缘故。如果你在学习本节前做了“探索”栏内的实验，你一定闻到了不同酯的气味。另外还有一些酯类化合物是药物的成分，这些药物包括**阿斯匹林 (Aspirin)** 以及牙医用作局部麻醉的**奴佛卡因 (Novocaine)** 等。

☑ ***想一想　羧基是由哪些原子构成的？***

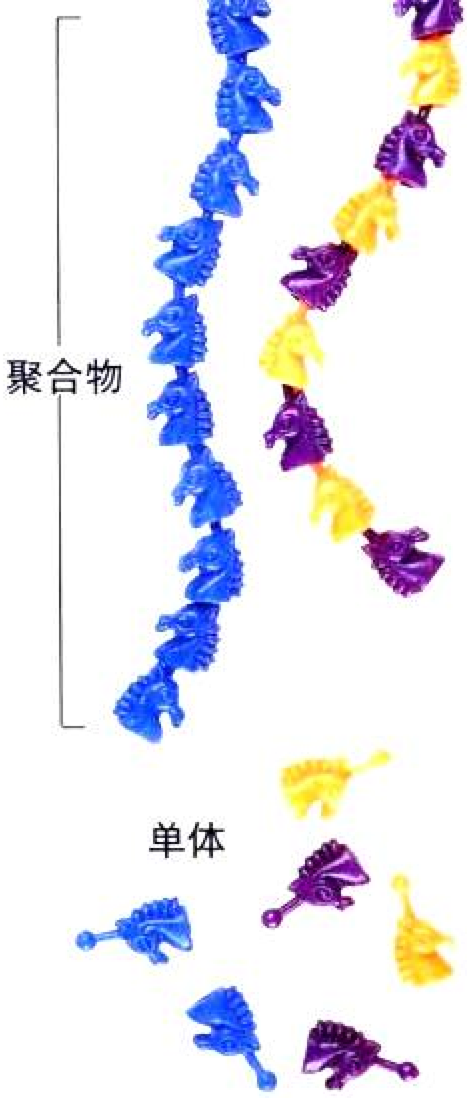




图 4-16 通过单体连接的链状聚合物分子有点类似于图中可拼接的塑料玩具。天然聚合物包括从羊身上剪下的羊毛(如图所示)等。

对比 *聚合物分子和单体分子有什么不同?*

聚合物

许多有机化合物，如醇、酯等，能够通过化学方法连接在一起形成具有成千上万个、有时甚至几百万个原子组成的巨大分子，这些由许多较小的分子键合成为一个长链状的非常庞大的分子，就称为**聚合物(polymer)**，构成长链大分子的每个较小分子则称为**单体(monomer)**。

这里，“聚合物”的“聚”表示结合在一起的意思(英文中的前缀 poly- 表示许多的意思)，而“单体”中的“单”字则表示一个的意思(英文中的前缀 mono- 就是单一的意思)。

某些聚合物是在自然界中由生物自然产生的，如羊的表皮能产生羊毛，棉花植物能长出棉花，家蚕能产生蚕丝等。在本章的第三节，你将了解到更多可食用的天然聚合物。除天然聚合物外，还有人工合成的聚合物，也就是工厂生产的聚合物，称为合成聚合物。目前，合成聚合物已大量取代天然聚合物，用于制造人类所需的各种日用品及工业制品。例如，用聚酯尼龙衣料制成的服装，用合成橡胶制成的汽车轮胎，还有我们现在大量使用的各种塑料制品，均是由合成聚合物制成的。

第二节复习

1. 列举有机化合物的共性。
2. 描述烃类化合物所具有的各种碳链。
3. 什么叫烃的衍生物？举出四种烃的衍生物的例子。
4. **理性思维　解答问题**　有两种固体物质，一种为有机物，另一种不是有机物，请你用三种不同的测试方法来鉴别它们究竟属于有机物还是非有机物。

身边的科学

你可以通过制作一种简单的色拉酱来证明有机化合物的某种性质。在一个透明的容器中，倒入一份蔬菜油和一份水果汁，然后充分搅拌混合。当停止搅拌后，观察这一混合物几分钟，然后再向你的家人解释你所观察到的现象。

SECTION 3 含碳的生命物质

探索 活动



牛奶中含有什么

1. 用量筒量取30mL牛奶，倒入第一个塑料杯中。
2. 再取30mL牛奶倒入第二个塑料杯中，洗净量筒后取15mL醋也倒入第二个杯中，振荡该塑料杯，使醋和牛奶充分混合，然后静置1分钟。
3. 取两个垫有滤纸的漏斗，分别架在两个细口的塑料杯上。
4. 将操作1和2中的两杯牛奶用操作3的装置分别进行过滤。
5. 每个漏斗中的滤纸上留下了什么？仔细观察每个杯中的滤液。

思考

观察 你在哪个杯中看到有固体物质？你认为这些固体物质究竟是怎么产生的？它是什么物质？

是否有人告诉过你，你所吃的盘中餐都是有机化合物？你是否曾听说过，以各种聚合物和单体为食，对你的身体健康会有哪些好处？也许没有人会对你这样说，但你肯定听说过一些关于多吃蔬菜对身体有好处之类的话。或者说，你需要吃各种食物，这样可以确保身体健康所需的碳水化合物、蛋白质、脂肪以及其他营养物质的摄入量，保持膳食平衡。事实上，有机化合物是所有生命的物质基础，食物提供了生命细胞所需的各种成分。

阅读指南

- 生命体中的聚合物是哪四类？
- 生命体中的各种聚合物之间有哪些不同？

阅读要点 在阅读之前，先将每个标题作为问题写下来，然后通过阅读来回答这些问题。



图 4-17 图中的色拉饮食店为顾客提供了各式美味可口的有机混合物。

语言艺术 链接

食品广告常常能影响人们对食物的选择。广告商总是向人们展示一个充满微笑的、看上去非常健康温馨的家庭正在享用他们宣传的产品的情景。电视商业广告可能会用幽默和欢快的音乐使被推荐的食品更吸引人。有时，广告商还会过分强调食品中的某些营养成分，而对产品中无营养价值的部分则避而不谈。

阅读 DIY

从杂志和电视商业广告中收集几则食品广告。分析一下，广告对营养成分说了些什么？这些广告强调的是哪些内容？选择某则广告，对其进行改写，以正确反映所宣传的食品的实际营养价值。

食物中的营养物质

营养物质(nutrient)是为人体生长以及修补人体受损部分使其恢复正常功能提供能量和原材料的物质。食物中的主要营养物质是有机化合物，其中的许多营养物质都是由大而长的链状聚合物分子组成的，长链上的每一单元小分子称为单体。

人体能将食物中的大分子分解成小分子，这一将聚合物分解成单体的化学变化过程，就是人们熟知的**消化过程(digestion)**。

食物被消化后，人体仍会进一步分解其中的一部分单体，释放出能量供人体所需。同时，人体又将另一部分单体重新组装起来，生成人体生长所需的各种聚合物。人们发现，在所有生命体中可找到四大类聚合物，它们是碳水化合物、脂肪、蛋白质以及核酸。

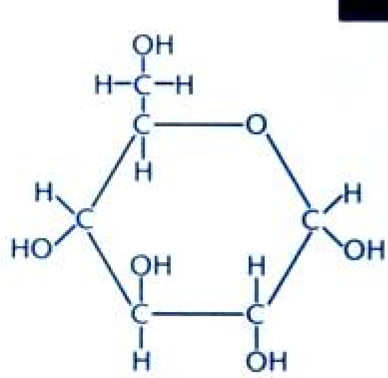
☑ ***想一想*** ***人体是如何利用营养物质的?***

碳水化合物

碳水化合物(carbonhydrate)是一种能提供丰富能量的有机化合物，它是由碳、氢、氧三种元素组成的。该名称的由来是因为这类化合物的分子式可以写成碳与水的分子式组合的形式，但并不是说它是由碳和水组成的。我们知道水是由

图 4-18 食物中的碳水化合物以及其他聚合物为这些越野赛跑者提供能量来源。葡萄糖是一种简单的碳水化合物。

图解 *葡萄糖分子是由哪些元素构成的?*



$C_6H_{12}O_6$

葡萄糖

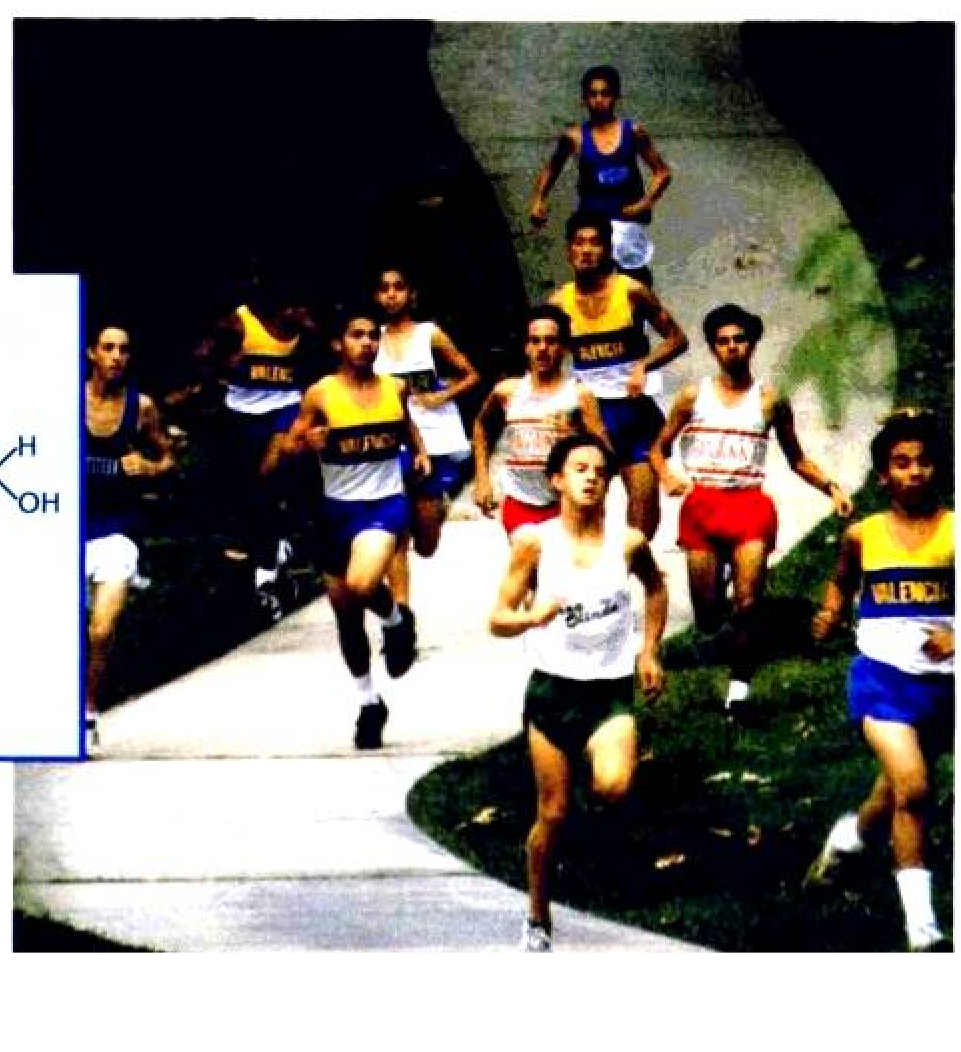




图 4–19 葡萄和蜂蜜都含有糖分。

"氢"和"氧"组成的，因此你完全能够记住碳水化合物中的这三种组成元素。

简单的碳水化合物 最简单的碳水化合物是糖。在下面的学习中，你会惊奇地发现，糖其实还有许多不同的种类。我们一般所说的食糖，或者在食品店中所买的盒装或袋装糖果中的糖，只是糖类中的一种。在自然界中，其他种类的糖存在于水果、牛奶以及某些蔬菜中。

对人体最为重要的一种糖是**葡萄糖(glucose)**，其分子式为$C_6H_{12}O_6$。葡萄糖有时又被称为"血糖"，这是因为人体通过血液将葡萄糖输送到人体的各个部位。葡萄糖分子的结构式参见图 4–18。

制作小甜饼、糖果以及许多软饮料时所添加的白糖称为蔗糖，其分子式为$C_{12}H_{22}O_{11}$，其结构比葡萄糖分子复杂。

复杂的碳水化合物 你平时所吃的植物或食品，是一些较为复杂的碳水化合物。与像糖这类简单碳水化合物分子相比，复杂碳水化合物的分子要大得多。复杂的**碳水化合物(complex carbonhydrate)**是由简单的碳水化合物聚合成长链结构后形成的，其分子中可能含有成千上万个碳原子。

葡萄糖分子结合后能形成淀粉与纤维素两种复杂碳水化合物。**在这两种复杂碳水化合物分子中，虽然单体都是葡萄糖，但葡萄糖单体的排列方式是不同的，**因此，淀粉和纤维素是两种完全不同的化合物。在由淀粉和纤维素构成的植物中，两种物质在其中所起的作用也完全不同。同样，虽然人体都需要从食物中获得淀粉和纤维素，但它们对人体的作用也是完全不同的。



图4-20 淀粉类食品(左图)主要提供能量，纤维素食品(右图)主要提供纤维素。

图解 *说出图中各类富含淀粉的食品和富含纤维素的食品的名称。*

淀粉 植物一般用复杂碳水化合物**淀粉 (starch)** 来储存能量。例如，面包、麦片以及各种面食等谷类食物均富含淀粉，大米、土豆以及各种蔬菜也富含淀粉。通过消化作用，人体可以将这些食物中的复杂碳水化合物——淀粉——分解成简单碳水化合物——葡萄糖，然后再进一步对葡萄糖进行分解，释放出大量的能量。

纤维素 植物的根、茎是由**纤维素 (cellulose)** 以及其他聚合物构成的。如果你想体会一下纤维素究竟是什么，那么，你可以咬嚼芹菜梗。大部分的水果、蔬菜以及坚果都含有丰富的纤维素。由于人体不能像分解淀粉那样分解纤维素，因此，人体不能靠纤维素为自己提供能量。事实上，人体根本无法消化所吃下的纤维素。不过，纤维素虽然不能为人体提供能量，但未被消化的纤维素却有助于人体保持消化系统的正常运动，增强消化功能。纤维素有时也被称为纤维。

☑ ***想一想*** ***什么是纤维素？***

蛋白质

如果你的身体失去了所有蛋白质的话，那么，你的躯体也就不存在了，这是因为人体的肌肉、毛发、皮肤以及指甲都是由蛋白质构成的。鸟的羽毛、蜘蛛网、鱼鳞以及犀牛角也是由蛋白质构成的。

长链型氨基酸　**蛋白质(protein)**也是一种聚合物，它是由称为氨基酸的有机化合物通过长链聚合而成的。这就是说，**氨基酸(amino acid)**是构成蛋白质分子的单体。**与只由一种单体构成的复杂碳水化合物——糖类不同，构成蛋白质的单体的种类很多。现已发现，构成蛋白质分子的氨基酸单体有20多种。**

氨基酸是由碳、氮、氧和氢元素组成的，有时还有硫元素。图4-21所示的α－氨基丙酸是众多氨基酸中的一种。氨基酸与其他有机酸一样，其分子中都存在一个羧基(－COOH)。"氨基酸"这一名称中的"酸"字就是指有机酸，而"氨"字就表示该有机酸分子中还含有氨基($-NH_2$)。

生命体可以制造出种类繁多的蛋白质，而每个蛋白质分子又可能含有成千上万个相互结合的各类氨基酸分子。从理论上讲，通过不同的排列组合，20种不同的氨基酸完全有可能组成几百万种以氨基酸为单体的各种蛋白质。

食物蛋白变成人体的蛋白质　肉类、鱼类、禽蛋类、奶类及各类奶制品中，都含有丰富的蛋白质，豆类食品中的蛋白质含量也极为丰富，这些食物都是人体获得蛋白质的主要来源。本节"探索"中的实验，就是用醋从牛奶中分离蛋白质。

为了自身生长发育的需要，人体必须从食物中获取各种蛋白质。为了实现这一目的，人体必须首先将食物蛋白分解成单体。像人体为获得能量必须先将淀粉消化分解成葡萄糖分子一样，人体必须先将食物蛋白消化分解成氨基酸单体后，才能按自身各个组织的要求，对这些氨基酸单体进行重新组合，合成人体所需的蛋白质。

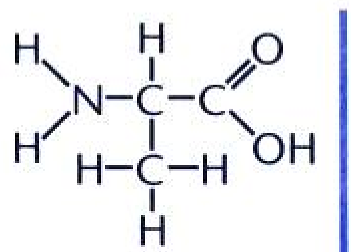
试一试

拼字游戏　活动

本实验将模拟人体重排各种氨基酸的方法。

1. 将蛋白质的英文名称"protein"中的英文字母拆散，重新组合成新的英语词汇。(在重新组词时，可能会产生多个新词，不用在意这些词汇结合在一起是否有意义)。
2. 再选择三个含有10个或10个以上字母的英文单词，按步骤1中的方法重新组词。

制作模型　在步骤1中，你组成了几个新词？在步骤2中，你又拼成了几个新词？通过模拟实验，你对人体将食物蛋白转化成人体自身所需的各种新蛋白有了什么新认识？



α－氨基丙酸



图4-21　这些食物都含有丰富的蛋白质。蛋白质属于聚合物，它是由各种氨基酸通过长链聚合而成的。图中所示的α－氨基丙酸是氨基酸中的一种。



图4-22 图中瓶装食用油的标签上标明，这种油中的饱和脂肪酸含量很低，而不饱和脂肪酸的含量很高。右图所示的食品中，肉类富含动物脂肪酸，而蔬菜富含不饱和脂肪酸。

分类 *哪一类有机化合物中含有脂肪和植物油？*

脂类化合物

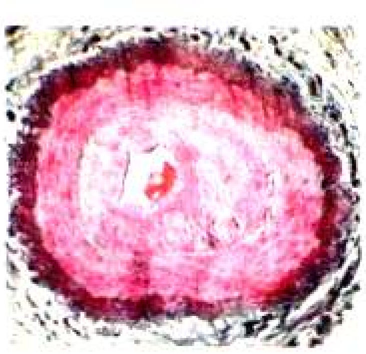
存在于生命体中的第三类有机化合物是脂类化合物。像碳水化合物一样，**脂类化合物(lipid)**也是为生物提供能量的聚合物，它们是由碳、氢、氧三种元素构成的。脂肪、植物油、石蜡以及胆固醇都属于脂类化合物。在质量相等的条件下，脂类化合物所能提供的能量是碳水化合物所能提供能量的2倍。与第二章所学的碳氢化合物(烃类化合物)一样，脂类化合物的水溶性也较差。

脂肪和植物油 你是否曾有过吃油腻食物时不小心将油脂沾在衣服上的经历？这些油脂就是脂肪和植物油。脂肪一般存在于肉类、黄油以及奶酪等食品中，而植物油则主要存在于许多植物中，如玉米油、葵花油、花生油和橄榄油等。

脂肪和植物油的分子结构基本相同，每个脂肪或植物油分子都是由三个**脂肪酸(fatty acid)**单体和一种称为甘油的醇类化合物结合而成的(参阅“探索生命中的聚合物”)。然而，脂肪和植物油的最大区别是，在室温下，脂肪通常为固体而植物油为液体。因此，如果你想得到液体的黄油，则必须先将其加热熔化。产生这一差别的根本原因是，形成脂肪的脂肪酸单体的分子结构和形成植物油的脂肪酸单体的分子结构有所不同。

你可能听说过人们往往用“饱和”或“不饱和”来描述脂肪与植物油。像饱和烃类化合物一样，构成脂肪的脂肪酸分子中不存在碳碳双键，称为饱和脂肪酸；而形成植物油的脂肪酸分子中却存在一个或多个碳碳双键，称为不饱和脂肪酸。正是这个双键使得饱和脂肪的熔点高于不饱和的植物油。

图4-23 沉积在人体动脉中的胆固醇(如图所示为动脉的横切面)使动脉的空腔变窄，血液流动不畅。



与健康科学的综合

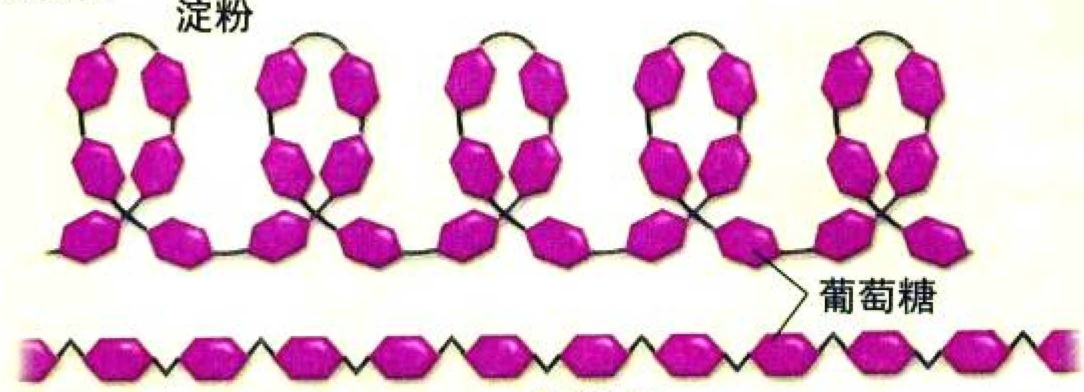
胆固醇 脂类中另一种很重要的化合物是**胆固醇(cholesterol)**，所有动物细胞中都有这种蜡状的物质存在。人体是通过胆固醇来建造细胞结构的，还用它来形成能传递化学物质的各种化合物。人体一般是通过吸

收其他营养物来生产自身所需的胆固醇的。此外，人类膳食中的动物类食品，如奶酪、鸡蛋以及各种肉制品，都含有胆固醇，但植物类食品，如菜油中，则不含胆固醇。

尽管食物中往往同时含有胆固醇和饱和脂肪，但它们是完全不同的两种化合物。人体血液中如果胆固醇含量过高，就会引起心血管方面的疾病，而饱和脂肪的含量又会影响血液中胆固醇的含量，因此适当限制这两种营养物质的摄入量是明智之举。

探索 生命中的聚合物

碳水化合物、蛋白质、核酸以及脂类化合物都属于聚合物，它们都是由不同的单体按不同的键接方式聚合而成的。



复杂碳水化合物

复杂碳水化合物的单体是葡萄糖分子。淀粉和纤维素具有相同的单体，但它们的连接和排列方式却完全不同。



脂类化合物

每个脂肪或植物油分子是由一个较短的甘油单体和三个较长的脂肪酸单体组成的。



蛋白质

蛋白质的单体是氨基酸。尽管蛋白质分子中不存在支链，但因分子能旋转弯曲，故能形成复杂的三维结构。

核酸

脱氧核糖核酸(DNA)是由四种不同的核甙酸单体构成的。在每个DNA分子中，两股主链相互旋转扭曲形成螺旋状的梯子形结构。





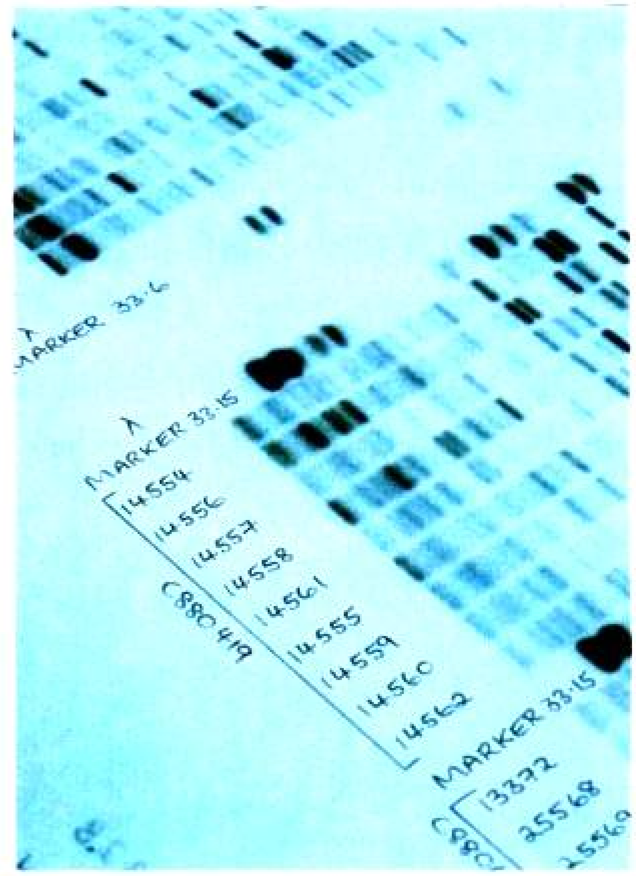


图 4-24 左图中的蜂鸟和鲜花是两种不同的物种，这是因为这两者具有不同的DNA。右图中的各种条纹称为DNA指纹，是研究DNA的科学家比较测试人类和各种生物DNA的重要资料。

核酸

存在于生命体中的第四类聚合物是核酸。**核酸(nucleic acid)**是分子很大的一类有机化合物，由碳、氢、氧、氮、磷等元素构成。核酸有两种，一种是脱氧核糖核酸，用其英文名称的缩写**DNA**来表示；另一种是核糖核酸，其英文缩写为**RNA**。

像其他聚合物一样，DNA和RNA都是由各种小分子按某一特定方式聚合而成的，其中核酸的单体称为**核甙酸(nucleotide)**。令人惊奇的是，即使是最简单的生物，其DNA中所含的核甙酸数量也达几十亿个！然而，DNA分子中的核甙酸种类却只有四种，RNA分子也是由这四种核甙酸组成的。

各种核甙酸在核酸中的不同排列顺序向生命体的基本结构——细胞传递着特有的指令，一物种区别于另一物种的关键是每一物种都具有自己独特的DNA。因此，鸟的生长发育和特性与鲜花或者人类的细胞生长和功能完全不同。**在DNA中，核甙酸不同的排列顺序导致了生命物种的多样性**。

物种的繁衍也是通过DNA将母体的信息传递给下一代的。DNA中核甙酸的排列顺序决定着RNA中核甙酸的排列顺序，最终决定着蛋白质中氨基酸的排列顺序。

食物中的其他营养物质

除了前面所述的四种聚合物外，人体所需的营养物质还有维生素和矿物质。与人体对四种聚合物所需的量很大不同，人体只需要少量的维生素与矿物质，而且这两类物质并不是直接向人体提供能量或人体生长发育所需的基本原料。

维生素(vitamin) 属于有机化合物，它的主要作用是帮助人体进行各种化学反应。例如称为抗坏血酸的维生素C对人体皮肤和牙龈的健康起着重要的作用，维生素D则有助于人体骨骼和牙齿的生长发育并保持其强壮。

矿物质(mineral) 是人体所需的基本元素。与本章所涉及的其他营养物质不同，矿物质不是有机化合物。你可能还记得周期表中某些矿物质的名称，如钠、钙、铁、碘和钾元素等。

如果你吃各种食物，你就能获得人体所需的维生素和矿物质。然而，食品制造商们常常在他们所生产的食品中添加维生素和矿物质，以弥补食品加工过程中这两类物质的损失，这类食品往往贴有“改进型食品”等字样的标签。在食品中添加额外的维生素和矿物质的另一目的是“强化”食品的营养功能。例如，通常在牛奶中加入维生素A和D来增加其营养成分的种类。



图4-25 食物本身含有维生素和矿物质，但食品制造商有时也在食品中添加这两种物质。

图解 *从这些袋装和盒装食品的标签上，你发现各添加了什么维生素和矿物质？*

第三节复习

1. 分别举一个生命体中生产和使用的四种聚合物的例子。
2. 比较复杂碳水化合物单体与蛋白质单体的异同。
3. 比较脂类化合物和碳水化合物在为生命体提供能量方面有什么不同。
4. 不同物种的DNA有什么不同？
5. 除四种聚合物之外，人体还需要哪些营养物质？
6. **理性思维** **作出判断** 如果你所吃的食物只能提供你碳水化合物而没有蛋白质，这会有问题吗？为什么？

课题 4

检查进度

复习本节所介绍的化合物，同时在你所收集的食品标签上尽可能地找到这些化合物，然后列一个表，表中应有碳水化合物（包括糖）、蛋白质和脂类化合物（包括脂肪、植物油、胆固醇）以及维生素和矿物质（如钠）等项目。此外，你也可以将你未知的微量成分列入其中，并将收集来的资料填入表中。

生活实验室

科学消费

饮料中维生素含量的测定

许多水果汁都含有维生素C。但是，生产商在生产果味饮料以及运动饮料时，往往还需要添加一些维生素C。在这个实验中，你将要测试橙汁、苹果汁、果味饮料、运动饮料，看看哪一种饮料的维生素C含量最高。

问题

测定不同饮料中维生素的含量。

技能

学会测量、假设、实验设计以及总结的方法。

实验设备与材料

6个小纸杯
6个塑料滴管
淀粉溶液
碘溶液
维生素C溶液
需测定的饮料样品(橙汁、苹果汁、运动饮料、果味饮料)

步骤

第一部分　维生素C的测定

1. 用塑料滴管在一小纸杯中滴入25滴自来水，然后再滴入2滴淀粉溶液。
2. 再在这个纸杯中加入1滴碘溶液。

   注意：碘溶液会沾污你的皮肤和衣物，操作时要小心。观察杯中混合物的颜色变化，然后将其放置一边，留作比较。
3. 换一个塑料滴管，在另一个纸杯中加入25滴维生素C溶液，再加入2滴淀粉溶液。
4. 在该杯中加入1滴碘溶液，旋转振荡使其充分混合后，再加1滴碘溶液，旋转振荡。重复上述操作直至获得与操作步骤2中所获得的结果类似——形成深蓝色溶液。记录所加入的碘溶液的滴数。
5. 将上述溶液也放在一边，留作比较。

第二部分　比较试验

6. 先推测一下，各种饮料中哪一种所含的维生素最多，哪一种最少？将这些饮料按你推测的含量大小顺序排列。
7. 运用第一部分中的测试方法，测试饮料中维生素C含量，并与维生素C溶液进行比较。
8. 将下一页中的数据表复制在你的实验记录本上。
9. 经指导老师同意后，进行该项试验。

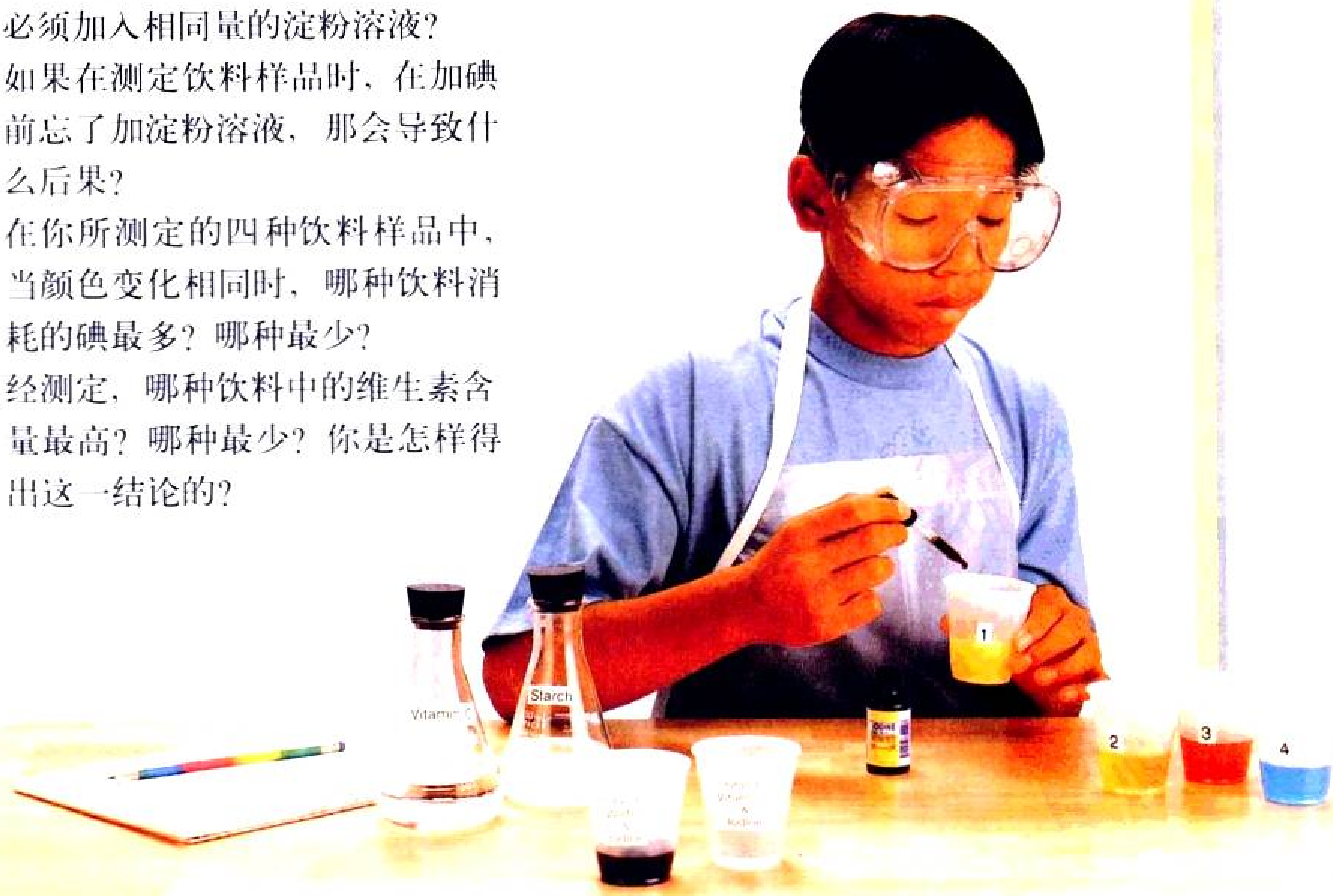
数　据　表			
测试样品	滴入碘的数量	推测的排序	实际排序
维生素 C			
橙汁			
苹果汁			
运动饮料			
果味饮料			

分析与结论

1. 在步骤2中，测定淀粉和水的混合物的目的是什么？
2. 在步骤4中，测定淀粉、水和维生素 C 的混合物的目的又是什么？
3. 你认为是什么因素使得上述两步操作测得的结果有所不同？
4. 为什么在测定不同的饮料样品时，必须加入相同量的淀粉溶液？
5. 如果在测定饮料样品时，在加碘前忘了加淀粉溶液，那会导致什么后果？
6. 在你所测定的四种饮料样品中，当颜色变化相同时，哪种饮料消耗的碘最多？哪种最少？
7. 经测定，哪种饮料中的维生素含量最高？哪种最少？你是怎样得出这一结论的？
8. 在测定橙汁时，开始加入的几滴碘所产生的颜色很快消失，你认为这是什么原因？
9. **应用**　如果测得某种饮料的维生素 C 含量较低，那么是否意味着该饮料的营养价值不高？决定饮料营养价值的因素还有哪些？

设计实验

食品往往标有使用期限，标签上还会标有“打开后冷藏”等字样。设计一个实验来测定在不同温度下橙汁中维生素 C 含量的变化。实验前，应请你的指导老师检查你的实验方案。



科学与社会

天然的或人工合成的甜味素，哪一种更好？——一种进退两难的选择

你爱吃甜食吗？许多人都爱吃甜食，但是，过多食用含糖的甜食是要付出代价的。这是因为如果糖的摄入过多，那么多余的糖就以脂肪的形式储藏在人体内。同时，残存在口中的糖分使得牙细菌有了丰富的养料而不断滋生蔓延。对于糖尿病患者，食用含糖食品会使体内的血糖升高至危及生命的程度。



为了解决上述问题，食品学家已经发明了三种有甜味但热量低的有机化合物，它们是糖精(saccharin)、代糖(cyclamate)以及阿斯巴甜糖(aspartame)。以阿斯巴甜糖为例，相等质量时，阿斯巴甜糖的甜度是蔗糖的200倍，而它的热量和蔗糖相同。这就意味着，达到同样的甜味，阿斯巴甜糖的用量要少得多。遗憾的是，这三种甜味剂对人体的健康都有一定的危害。

争论焦点

为什么要使用人工合成的甜味素？ 人工合成的甜味素能使糖尿病患者在品尝不含天然糖分的甜食和饮料时，又不至于升高他们的血糖指标。然而，大多数人食用人工合成甜味素的目的是为了减轻体重。很多食品广告就瞄准了消费者的这一心理。的确，人体过于肥胖超重，会引起严重的健康问题，如心脏病和高血压。

可能会产生哪些危害？ 用代糖(cyclamate)所进行的动物试验表明，大剂量摄入时会引起癌症以及胎儿的生理缺陷。美国食品和药品管理局(FDA)已禁用此类甜味素。然而有些人却认为，适度使用代糖仍然是安全的。

同样，对糖精的动物试验也似乎表明，它有引起癌症的可能性。但对人体的长期观察研究还没有得出明确的结论。有些人认为，只要存在对人体造成伤害的可能，都是不允许的。因此，FDA要求所有含有糖精的食品应在标签上注明“可能引起健康危害”这样的警句。

对阿斯巴甜糖的早期测试表明，它是安全的。但研究后发现，过量使用也会出现某些问题，因此，还需要进行进一步的试验。例如，如果每万名食用该甜味素的人群中，只要有一个人出现问题，那么，这种甜味素就是十分危险的。对于那些患有苯甲酰脲基因排列无序疾病的人，阿斯巴甜糖可能会干扰氨基酸的正常排序，加剧病情的恶化。对这类人，必须避免食用该甜味素，特别是对婴幼儿更应如此。

人体摄入多少才算过量 由于各人的健康状况不同，因此，究竟食用多少天然或人工合成的甜味素才算合适，取决于每个人的身体状况。对某些人而言，不食用甜味素才是明智的。而另一些人应适量食用，如每天一到二份可能是安全的。但总而言之，对这一问题还必须进行进一步的研究，在获得更多可靠的科学依据后才能最终回答这一问题。

你的观点

1. 审题

用你自己的语言，解释有关使用甜味素方面的“争论焦点”。

2. 分析各种观点

列出赞成和反对使用人工合成甜味素以及天然糖的各种看法。

3. 找出答案

假如你正在为学校的某项活动策划采购食品的计划，你是否应该将采购含人工合成甜味素的软饮料放入计划中呢？用简要的说明写出你的观点。

学习指南

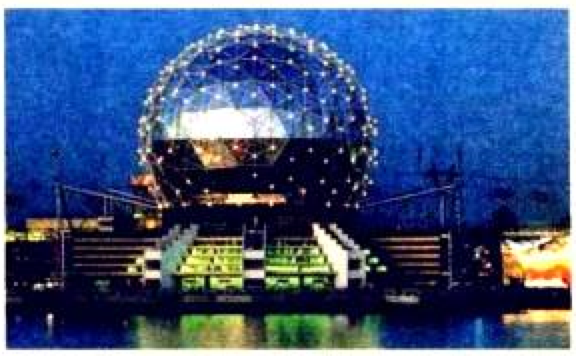
SECTION 1 化学键　单质碳的类型

主要概念

- 由于每个碳原子能形成4个化学键，所以碳能生成种类繁多的化合物。
- 在自然界中，单质碳有不同的存在形式。金刚石晶体是在地球内部形成的最坚硬的矿石；石墨是单质碳的另一种形态，非常润滑；富勒烯又称足球烯，是在1985年首次人工合成的第三种形态的单质碳。

关键术语

金刚石
石墨
富勒烯



SECTION 2 碳化合物

主要概念

- 有机化合物具有共同的性质。
- 碳氢化合物分子中的碳链有直链、支链和环状三种不同的结构。
- 互为同分异构体的物质，其分子式相同，但结构式不同。
- 烃的衍生物包括卤化物、醇以及羧酸等。
- 聚合物是由许多单体相互连接而成的。

关键术语

有机化合物	羟基
碳氢化合物(烃)	醇
分子式	羧酸
下标	羧基
结构式	酯
同分异构体	聚合物
饱和烃	单体
不饱和烃	合成的
烃的衍生物	

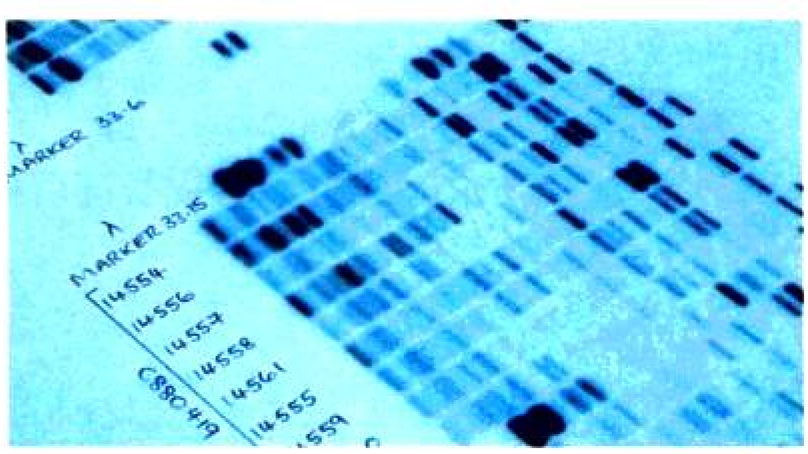
SECTION 3 含碳的生命物质

主要概念

- 营养物质向人体提供能量和原材料。许多营养物质是大分子的有机聚合物。
- 存在于生命体内的四种聚合物分别是碳水化合物、蛋白质、脂类化合物和核酸。
- 复杂碳水化合物的单体是单糖，蛋白质的单体是氨基酸，脂肪和植物油的单体是脂肪酸和甘油，而核酸的单体是核苷酸。
- 维生素和矿物质也是人体所需的营养物质，这些物质能促进人体的健康。

关键术语

营养物质	脂类化合物
消化作用	脂肪酸
碳水化合物	胆固醇
葡萄糖	核酸
复杂碳水化合物	脱氧核糖核酸(DNA)
淀粉	核糖核酸(RNA)
纤维素	核苷酸
蛋白质	维生素
氨基酸	矿物质



活动

相关网站

www.science-explorer.phschool.com

复习题

选择题

（选择最佳答案）

1. 每个碳原子的价电子数为＿＿。
   a. 1　　**b.** 2
   c. 3　　**d.** 4
2. 所有有机化合物都含有＿＿。
   a. 氧元素　　**b.** 碳元素
   c. 卤族元素　　**d.** 羧基
3. 下列物质中，具有—COOH基团的是＿＿。
   a. 羧酸　　**b.** 醇
   c. 卤化物　　**d.** 碳氢化合物
4. 复杂碳水化合物的单体是＿＿。
   a. 糖　　**b.** 氨基酸
   c. 核甙酸　　**d.** 脂肪
5. 胆固醇属于＿＿。
   a. 核酸　　**b.** 碳水化合物
   c. 脂类化合物　**d.** 纤维素

判断题

如果叙述正确，写“T”；如果错误，写“F”，并修改划线部分。

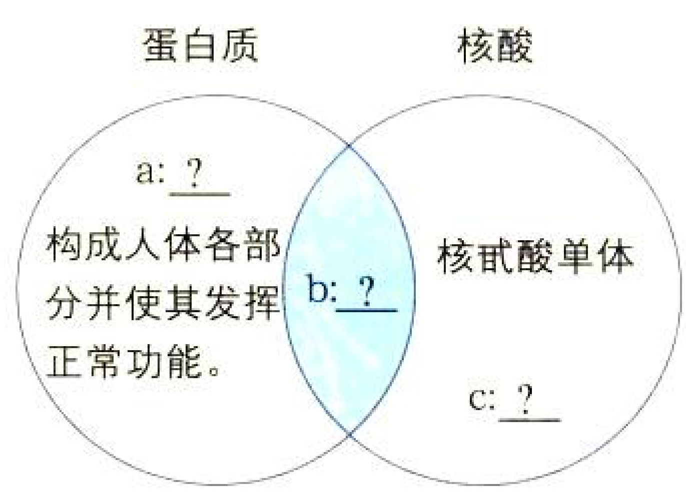
6. 在富勒烯的结构中，碳原子以层状结构排列，由于层与层之间的作用力较小，故层间易于滑动。
7. 仅含单键的碳氢化合物称为不饱和烃。
8. 羧酸的性质是由其所含的一个或多个卤族元素决定的。
9. 单体是聚合物聚合而成的长链。
10. 蛋白质是由氨基酸聚合成长链后构成的。

简述题

11. 什么是化学键？
12. 金刚石、石墨以及富勒烯具有哪些共性？
13. 你是如何知道凤梨或香蕉之类的水果中含有酯的？
14. 淀粉和纤维素都属于复杂碳水化合物，在人体中，这两种物质各有什么作用？
15. 比较室温下为固体的脂肪酸（来源于脂肪）和室温下为液体的脂肪酸（来源于植物油）的异同。
16. 在DNA中，为什么核甙酸的排列顺序是非常重要的？
17. **科技写作** 就单质碳的不同形态和碳的有机化合物写出至少10条谜语，谜语可用一些令人迷惑的词语或提问的方式，如“碳原子是由什么构成的？”“类似于足球形状的碳单质是什么？”等，努力使所写谜语富有创意并吸引人。同时制作索引卡片，在每张卡片的正面写上谜语，正确答案写在卡片的背面，然后与你的同学交流，看看你们是否能正确猜出对方的谜语。

形象思维

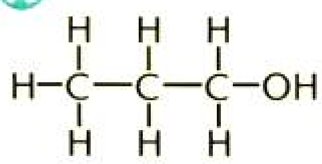
18. **维恩图** 将下列图形画在另一纸上，完成图中的问题并给该图设一标题。（有关维恩图的具体说明，详见本书“技能手册”）



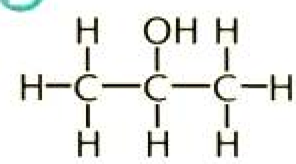
应用题

根据下列结构式回答第19～22题。

A



B



19. 分类 上面所列的A和B两种化合物，分别属于哪种烃的衍生物？

20. 观察 将上述A、B两种结构式改写成分子式时，碳原子(C)的正确下标是什么？

21. 推论 A和B两种化合物属于同分异构体吗？你是如何得出这一结论的？

22. 预测 你认为，这两种化合物是否具有相同的性质？为什么？

理性思维

23. 因果关系 为什么碳元素能形成排列不同的各种化合物？碳的什么特性使其能形成碳链作为这些化合物的“基本骨架”？

24. 应用概念 在CH_4分子中，一个碳原子被四周的氢原子所饱和，为什么不饱和烃分子中至少有两个碳原子？

25. 分类 将下列化合物按烃、醇、羧酸以及卤代烃进行分类：
$C_{12}H_{20}COOH$、C_7H_{16}、C_2H_5Cl、C_4H_7OH

26. 提出问题 葡萄糖和果糖都是分子式为$C_6H_{12}O_6$的简单碳水化合物，想一想，通过什么方法可以了解这两种物质究竟属于同一种化合物还是不同的化合物？

学习评估

课题4 总结

课题汇报 提交你所制作的食品化学成分的分类数据表以及在获得这些数据时你所收集的食品标签。指出哪些营养成分是你收集的食品标签中几乎都存在的，哪些营养物质只有少数几种食品才有。

思考和记录 在你的实验本中，将研究中尚无法回答的问题记下来。你还想了解哪些内容？你怎样才能了解更多有关食品中所含成分的情况？将这些问题一并记录在实验本中。

实践活动

在学校 制作一张有关碳氢化合物的海报，向学生们介绍这些化合物，说明哪些烃类化合物他们可能会遇到？会在什么地方遇到？确定如何用视觉教具来描述这些烃类化合物。用图示和标签直观明了地解释饱和烃和不饱和烃之间的差别，比较各种烃的衍生物的异同。将你制作的海报贴在学校图书馆或教室的走廊上。

肥皂——污垢的克星



哪一种柔滑的物质：

能使物品更清洁、更鲜艳、更具有光泽？
能清洗你的头发或家里的地板？
可以作为某些设备零件的润滑剂？
能除去你手上的细菌？



这种物质就是肥皂，一种由天然原料制成的清洗剂。很早以前，人们就知道，如果将天然油脂与碱(一种从草木灰中提取的化学物质)加水混合后加热就能制得肥皂。洗涤剂也是一种和肥皂类似的清洗剂，但它是人工合成的。

为了保持清洁，每年平均每个美国人要消耗11千克肥皂，这是多么惊人的数字！在消耗掉的这些肥皂中，大多数是人们洗澡消耗的，但也有一些是专门在医疗上使用的，它用于清洗伤口，防止感染。

在家庭中，我们一般用肥皂和洗涤剂清洗碗碟、衣物、门窗、地板等等；在工业上，工人们也用肥皂清洗橡胶、珠宝、铝锭、防冻剂、皮革以及蜡光纸等产品。

如果生活在没有肥皂的世界中，那可以说是无法想像的，那种生活环境一定是肮脏不堪！从这个意义说，我们能有今天这样美好与干净的生活，应当归功于肥皂！

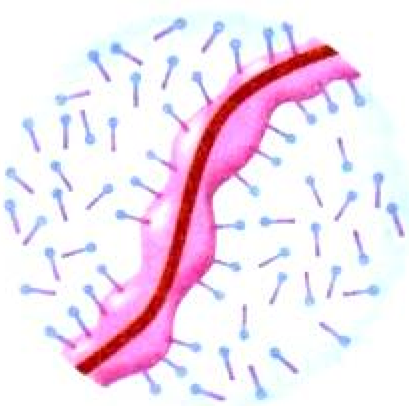


小孩洗澡时产生的肥皂泡沫(上图)，同样的情形发生在给狗洗澡(中图)和洗车时(下图)。

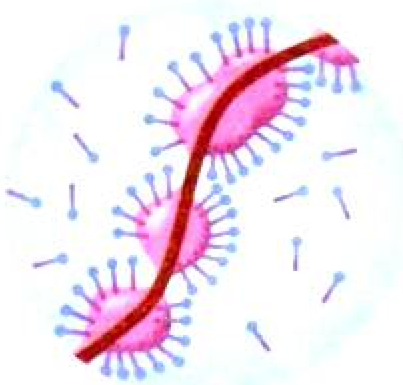


肥皂是怎样去污的？

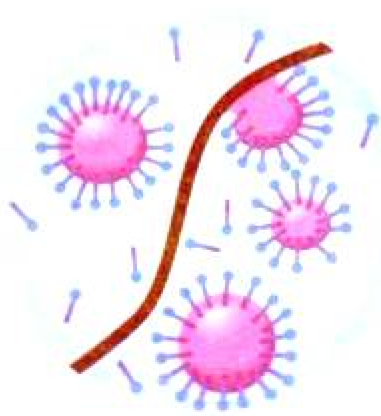
以洗发剂为例，先在头发上抹上洗发香波和水，然后搓洗。



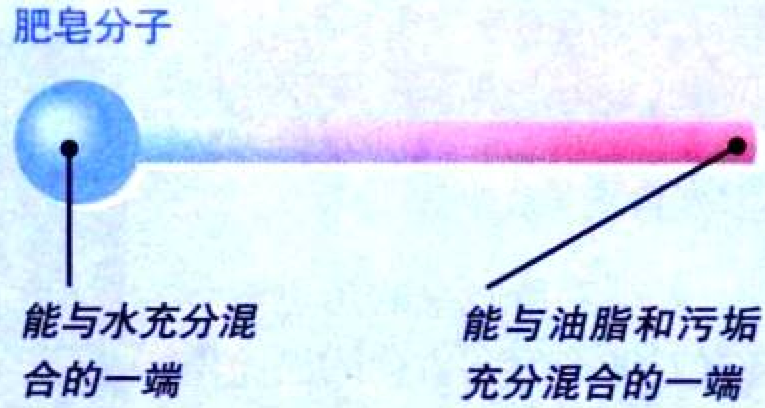
洗发香波中的肥皂分子使紧紧沾在头发上的油脂和污垢开始松动。



肥皂分子将油脂和污垢分成许多小块。



水将被肥皂分子所包围的污垢冲洗掉。



洗去污垢

肥皂制造商们声称，他们的产品能将最脏的衣物洗净，那么这一切是如何做到的呢？当将衣物浸泡在含有肥皂的水中时，肥皂分子开始扩散并渗入衣料中。

每个肥皂分子的形状像一个小蝌蚪，类似蝌蚪尾部的一端似烃基，不能与水很好地混合，称为疏水端或憎水端，但它却能与油脂和污垢很好地混合，故又称亲油端；而类似头部的较大的一端能很好地与水混合，称为亲水端。在洗涤过程中，肥皂分子将油脂和污垢包围起来并将其分成许多小块，包裹了污物的肥皂从衣料上下来进入水中，最终被水冲洗掉。

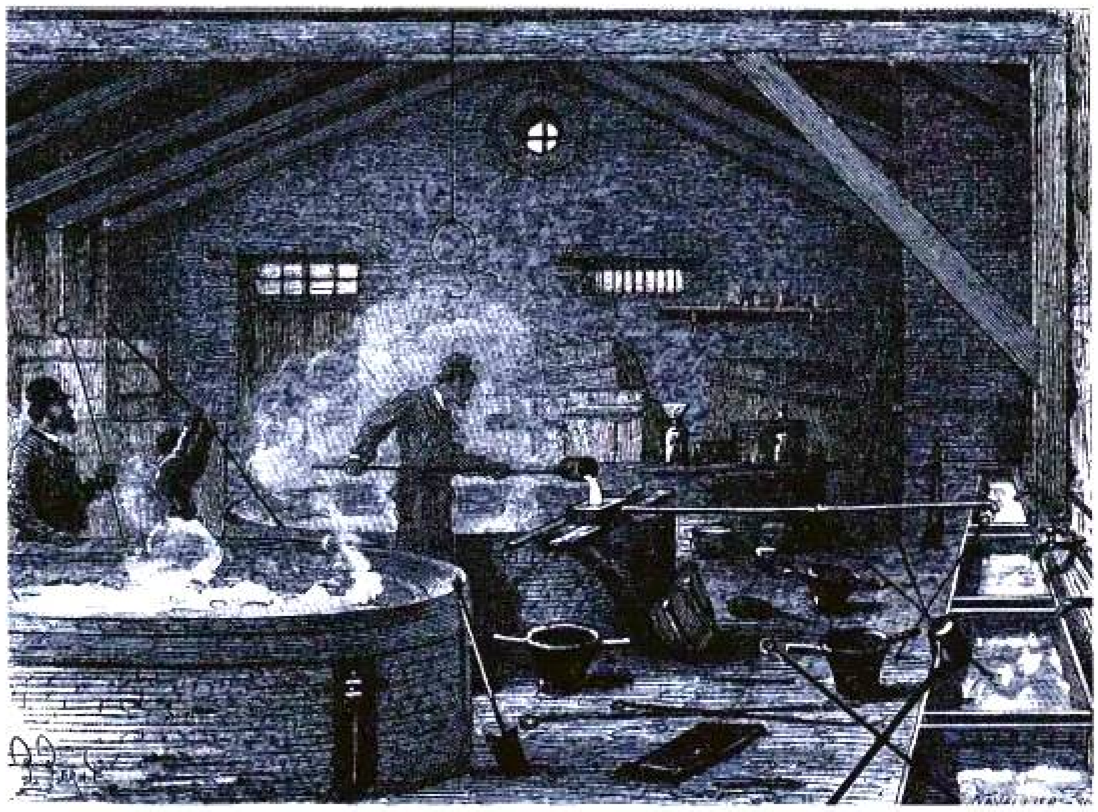
有些污垢较难被肥皂的亲油端溶解，需要较长时间的浸泡才能使肥皂分子有足够的时间使紧紧沾在衣物上的油污松动，此时，如果搓、擦、挤压衣服，将有助于去除油污。

有些水中常溶解有钙、镁、铁等矿物质，这种水称为硬水。硬水与肥皂混合后易形成不溶于水的水垢，且难以被水冲洗掉。如果使用这种水洗发，洗过的头发不仅会失去光泽，而且易结垢而使头发变硬失去弹性。

洗涤剂的发明有助于解决水垢以及不易除去的污渍等问题。在许多清洗工作中，洗涤剂比肥皂更有效，而且洗涤剂比肥皂更容易溶解在冷水中。

社会研究

肥皂的发展历史



上图所示的是19世纪70年代法国的某个制皂厂。沸腾的车间内，工人们正在用勺舀和搅拌热的肥皂液。

人类制造肥皂的历史至少已有2300年了。古代的巴比伦人、阿拉伯人、希腊人、罗马人以及塞尔特人都能制造肥皂，有时还作为商品买卖。英语中肥皂“soap”一词起源于塞尔特人对肥皂的称呼“saipo”。但这些早期的文明古国当初将肥皂用作染发剂或是药物，而不是清洗剂！直到公元100～199年，人们才逐渐认识到肥皂有去污的作用，可用作清洗剂。

在西欧，肥皂制造业始于公元100年的法国，公元700年和公元800年意大利和西班牙也分别开始生产肥皂，而英格兰开始生产肥皂已是1200年的事了。但即使到了那时，大多数人还没有将肥皂用于洗澡。

大约到了1790年，法国科学家Nicolaos Leblanc发现碱可以用普通的食盐和水制得，这一发明使制皂变得更为容易，销售肥皂也有了更丰厚的利润。

在北美，制皂始于约1650年。但当时的移民制造肥皂主要是供自家使用的。直到1800年，有人开始以收集废弃油脂和炉灰为业，并开始大量生产肥皂，不久，肥皂作为商品开始在市场上销售。

1806年，一位名叫W.科尔盖特的肥皂和蜡烛制造商成立了Colgate and Company公司，专业生产肥皂和另一种称为牙膏的清洁剂。现在，几乎所有的肥皂都是用现代化的机械在工厂中大规模生产的。

洗涤剂是在第一次世界大战期间（约1916年）在德国率先生产的。由于战争，油脂供应紧张，洗涤剂自然成了以油脂为原料生产的肥皂的替代品。然而，人们发现，洗涤剂的洗涤效果在许多方面甚至比肥皂更好。家庭用洗涤剂于1933年首先在美国生产。

社会实践活动

列出制皂历史中重要事件发生的时间表，搜集历史照片以及制作插图加以说明，所列事件应涉及下列内容：

- 早期肥皂的使用者及用途
- 最早的制造工厂
- 早期北美的制造情况
- 洗涤剂的发明

在发明肥皂之前，你认为早期的人们是用什么来清洗的？

美国早期殖民者的制皂状况

在17世纪初的北美，制作肥皂是一件相当繁琐又耗费精力的苦差事。日复一日，移民们将炉灰一点点积攒起来，放入空的啤酒桶内，然后将热水倒入炉灰中，产生的碱液从啤酒桶底部的龙头中放出。

将一个大水壶架在室外烧得很旺的火堆上，壶内盛放了煮沸的碱液和油脂的混合物，这些油脂也是他们平时积累起来的。他们必须将火烧得很旺，以保持温度，还要不断地搅拌混合物几个小时。当混合物变稠时，他们用勺将黏稠的皂液舀入一个个浅盒式模具内使其冷却定型。当时许多家庭一般是在春天制造肥皂。



在殖民时期，家庭制皂需花一天的时间才能完成。

下面这段叙述是从M.S.克拉克所写的小说《坚强的雄孔雀》(The Iron Peacock)中摘录的，故事发生在1650年的马萨诸塞州。这段叙述生动地描写了当年家庭制皂的过程：在两个大的支架上，放着一根横木，横木上悬挂着一个煮肥皂液用的锅，锅下方生着旺火，妇女们用自制的工具搅拌锅内的皂液。

“第二天早上，天气晴朗，空气清新，支起支架开始生火，称取油脂的量并取相应量的碱液，罗斯和邓肯在支架上放上横木并将盛有皂液的锅挂在上面，玛罗拉拿起一根长长的一端做成直角型的木棒，开始在锅内搅拌。‘我们中午再回来帮你，’邓肯说。

玛罗拉和乔安纳轮流搅拌着锅内的皂液，当玛罗拉确定其稠度合适时，他们就熄了火。

当男人们将锅移离支架后，乔安纳和玛罗拉用勺将锅内厚厚的棕色液体舀入衬有旧布的盒内，皂液很快冷却，变成厚厚的奶油色块状，几天以后，当它变得足够硬时，玛罗拉将其切成条块状，然后将一条条肥皂块堆放在干燥通风的地方风干以便使用。”

语言艺术的实践活动

重新阅读小说中的这段描述，列出制作肥皂的操作步骤。考虑一下，你所了解的某个过程或某项活动。例如，旅行前包好肥皂或为了某个聚会准备肥皂。简短地写下操作步骤，并将其编号。然后详细描述这一过程的各步操作，以便不熟悉你活动的读者能知道如何按你的要求去做。

科　学

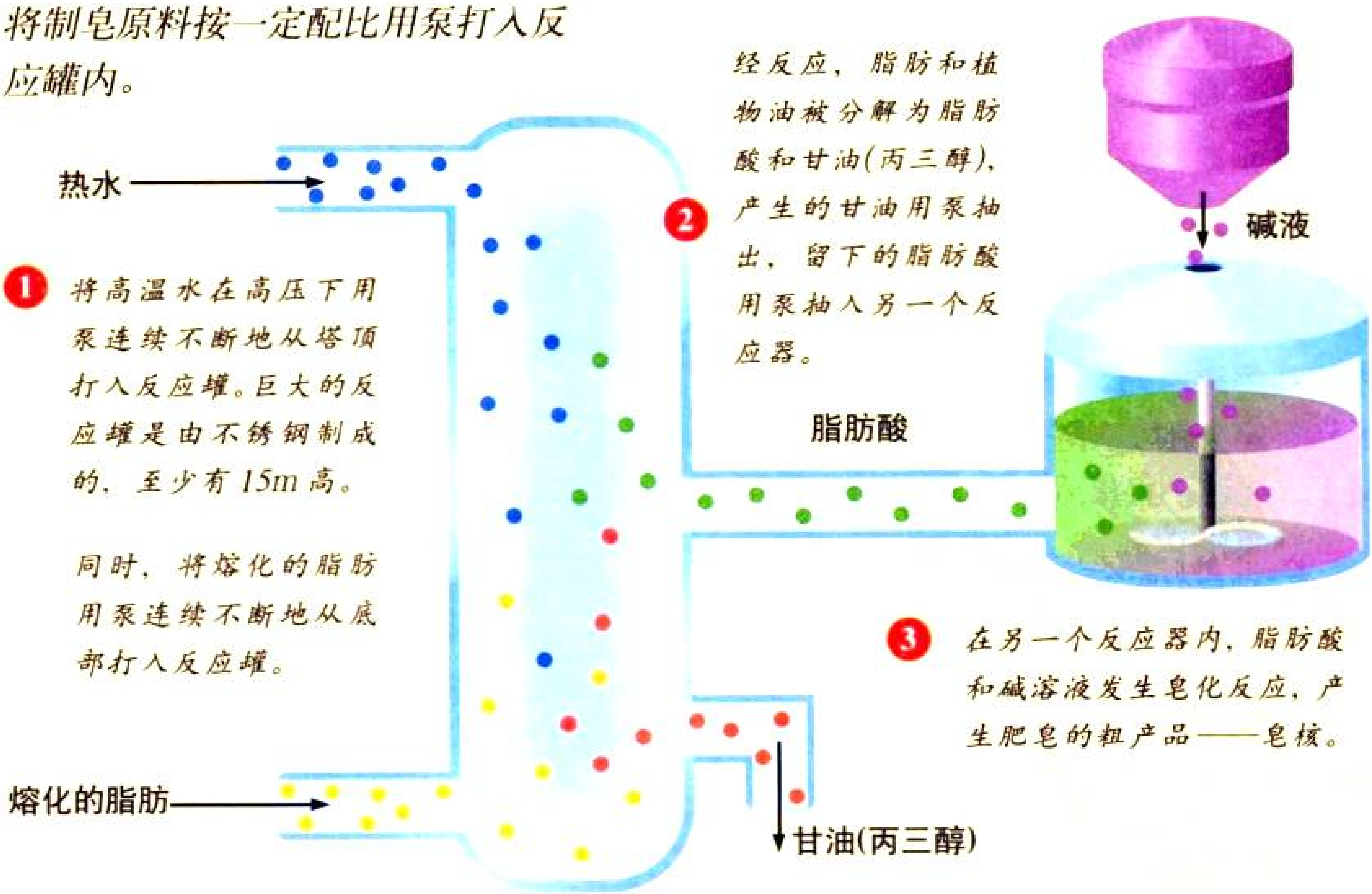
肥皂化学

肥皂是如何制造的呢？它是通过加热酸和碱这两种化合物，使其发生化学反应而得到的产品。酸和碱是物理和化学性质完全相反的两种化合物。酸类化合物味酸，葡萄、酸黄瓜、食醋等都含有酸。碱类化合物味苦涩，有滑腻感。碱和酸混合时发生中和反应。天然脂肪和植物油在制皂时作为原料中的酸。前面已学过，脂肪和植物油分子是由三个脂肪酸单体和一个称为甘油的醇类化合物分子结合而成的聚合物。在制皂过程中，脂肪和植物油中的脂肪酸与碱溶液在加热条件下发生化学反应，生成肥皂，这一化学反应称为皂化反应。皂化反应的产物是纯度不高的粗皂，故又称皂核，使用前还需纯化。反应同时还产生副产物甘油，又称丙三醇，用泵将其从反应器中排出。

根据反应时所用碱的不同，皂化反应的产物还有固体肥皂和液体肥皂之分。当加入的碱为氢氧化钠时，产物为固体肥皂；当加入的碱是氢氧化钾时，产物就变成了液体肥皂。

连续式制皂过程示意图

将制皂原料按一定配比用泵打入反应罐内。



❶ 将高温水在高压下用泵连续不断地从塔顶打入反应罐。巨大的反应罐是由不锈钢制成的，至少有15m高。

同时，将熔化的脂肪用泵连续不断地从底部打入反应罐。

❷ 经反应，脂肪和植物油被分解为脂肪酸和甘油(丙三醇)，产生的甘油用泵抽出，留下的脂肪酸用泵抽入另一个反应器。

❸ 在另一个反应器内，脂肪酸和碱溶液发生皂化反应，产生肥皂的粗产品——皂核。

肥皂的加工

将皂化反应产生的皂核（粗皂）倒入成形模具中。这时，根据需要，在模具中加入一些添加剂。等肥皂硬化并将其分割成条状肥皂块后，盖上商标名，包装后便可装运出售。

为了使肥皂美观，还需对肥皂进行磨光加工。这一过程是，先将皂核（粗皂）倒入大的模具盒（不是小的成型模具）中，冷却后，将大块的肥皂用滚轴式碾磨机挤压磨碎，再成形。这样生产的肥皂由于细腻润滑而常用于人们清洗脸部和手。

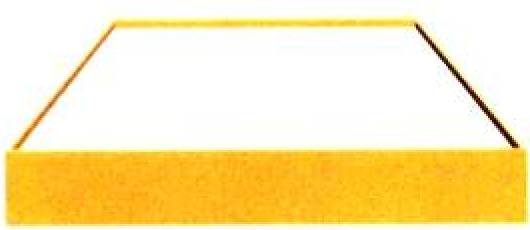
在上述过程中，除了碾磨外，还要加入各种添加剂，如清香剂、色素以及杀菌剂（用于除菌）等。加了各种添加剂后的肥皂，使用时香气四溢，非常受人喜爱。肥皂制造商为了争取更多客户的青睐，努力寻找更好的添加剂，以使其产品更受人欢迎。

科学实践活动

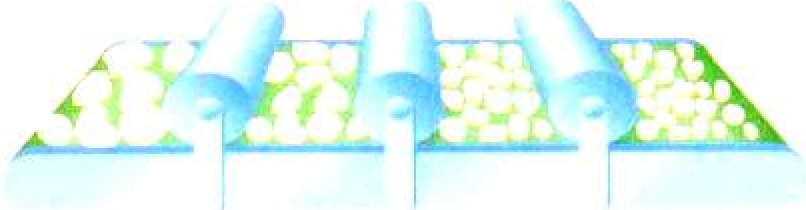
用猪油、小苏打（碳酸氢钠）、水和盐自制肥皂。

- 将5g小苏打溶解在10mL水中，制成碳酸氢钠溶液。
- 取一个400mL的玻璃烧杯，加入上述制得的小苏打水溶液和20g猪油。
- 将玻璃杯在电炉上慢慢加热煮沸20分钟，沸腾时要不断搅拌。
- 让混合物冷却后倒入塑料杯中，然后放入冰水浴，冷却5～10分钟，冷却时同样需要搅拌。
- 将20g盐溶解在25mL水中，制成饱和水溶液，然后将其加入到上述混合物中，搅拌。
- 将上述稠状的肥皂倒入棉纱布上，挤干水分，然后放入盘中使其干燥固化。
- 取部分自制的肥皂放入热水中并搅拌，观察所生成的泡沫。
- 用石蕊试纸测定该水溶液的酸碱性（蓝色石蕊试纸变红为酸，红色石蕊试纸变蓝为碱）

❹ *将皂核倒入模具中使其固化。在将皂核制成条块状、片状或粉状肥皂之前，可以根据需要加入相应的添加剂。*



❺ *制作香皂时则需要额外的加工过程。待皂核冷却后，首先进行碾磨过程。将肥皂送入滚轴式碾磨机挤压粉碎，同时加入香料或其他添加剂。*



❻ *然后将肥皂挤压成形、切割、印盖商标、包装装运。*



一年所需的肥皂

如果你需要用现代配方自己来制造一年所需的肥皂，那么你会如何做呢？虽然这种假设的前提几乎不存在，因为你可以去商店购买你所需的肥皂，然而，为了训练自己的科学能力，这样做还是很有意义的。只要采用合适的原料，根据下列说明，你完全可以自己来制造肥皂。

制造肥皂的配方和食谱一样，也是多种多样、丰富多彩的。例如，制皂所用的植物油可以用牛油果（鳄梨）、核桃或向日葵籽替代，所加入的天然香味剂，选择的余地就更大，包括玫瑰、肉桂、丁香花、薄荷、柠檬、西柚、松树、香草等。

色素可选择甜菜根、可可粉、一枝黄、甘草精、甜辣椒甚至海藻。在配方中还可加入“去污剂”，如玉米粉、燕麦粉等。

框内所列的是制作某种肥皂的配方。请按此配方制造一条重为141.75g的肥皂。

肥皂制造配方

16.8g 碱
45.4g 水
42.2g 橄榄油
36.2g 椰子油
42.2g 棕榈油



数学实践活动

根据上页的配方，回答下列问题：

- 在该配方中，碱和油的比例是多少？（精确至1%）
- 如果你要制得的肥皂每条重达1.701kg，按上述配方可以制得这样的肥皂几条？
- 如要制得上述这一大块肥皂，配方中每种组分的量各需多少？
- 如果你家每月需用2条这样的肥皂，你需制造多少肥皂才能满足家庭一年的需要？
- 如果你家在夏天的三个月中(6、7、8月)每月需用4条这样的肥皂，在冬天的三个月中(12、1、2月)每月需用2条肥皂，一年中余下的月份每月使用3条肥皂，那么你该制造多少肥皂才能满足全家一年的需要？



集体讨论研究

肥皂的研究

组织一堂讨论课，主题是有关肥皂的问题。对肥皂进行实验测试，对目前市场上所销售的肥皂产品作出评价。选择某种清洁剂，如块状肥皂、洗洁精、洗衣剂或其他清洗剂作为研究对象。

全班分成几个小组，每组研究一种清洁剂产品，围绕以下问题展开研究与讨论：

- 阅读产品标签，看看标签上列有哪些成分，生产时所用的油脂是什么种类的？
- 制造商声称这些成分有什么作用？用了什么语言来说明？
- 该产品能清洗哪些物体的表面？收集几种其他品牌的产品，设计一个实验方案，用实验来检验究竟哪个产品的清洗效果最佳。
- 确定你准备测试清洁剂的什么性能，如清洗油腻的效果。
- 在测试之前，预测一下测试结果。
- 除测试的产品不同外，测试的其他条件应保持不变（即不同产品均在同样条件下测试）。
- 实施这项测试，收集数据，并注意安全。

写出实验报告，准备向全班同学介绍你的研究结果。报告中可以采用包括测试结果的照片、图片或者对结果的描述和你的结论。

像科学家那样思考

也许你没有意识到，其实你每天都在像科学家那样思考。当你提出一个问题，并去寻找各种可能的答案时，会用到许多科学家们也在使用的技能。下面就来介绍其中的一些技能。

观 察

当你用一种或多种感官去搜集有关这个世界的信息时，就是在**观察(observe)**。聆听狗的叫声、数十二颗绿色的种子，或是闻飘来的气味都是在进行观察。科学家们为了提高他们感官的灵敏度，有时还需要使用一些辅助工具，比如显微镜、望远镜等，使观察更为详尽。

观察必须真实和准确，即必须如实反映所感知的事物。在探索科学时很重要的一点，就是要把观察到的内容仔细地记录在笔记本上，可以通过文字描述或者绘图等多种形式。通过观察得到的信息称为证据，或者说是数据。

推 理

当你对观察到的现象做出解释时，就是在进行**推理(infer)**，或者说做出推论。例如，当听到你家的狗在“汪汪”直叫时，你可能会推想有人正在你家门外。要做出这个推论，你需要把现象——狗叫声——以往的经验知识，即当有陌生人接近时狗往往会叫——结合起来。只有这样，才能得出符合逻辑的结论。

要注意，推论不一定就是事实！它只是对现象的多种可能解释中的一种。比如你的狗也可能因为想出去散步而直叫。哪怕是根据正确观察和逻辑推理而做出的推论，最后仍然可能会发现它是错的。要证明推论正确，惟一方法就是再进行进一步的调查。

预 测

气象预报会对第二天的天气做出许多预测——温度将会是几度、是否会下雨、风力有几级。预报员用观察和关于气象变化的知识来预测天气。这种**预测(predication)**技能实际上是根据现有证据和既往经验对将来的事件做出推论。

由于预测是推论的一种，所以它也有可能会出错。在上科学课时，你可以通过实验来检验预测的正确性。例如，假定你预测大的纸飞机能比小的飞得更快，那么该怎样来检验你的预测呢？



活 动 看这张照片，回答下列问题。

观察 仔细看照片，然后列出至少三条观察到的信息。

推理 通过观察，对所发生的事情作一推论。你是用了什么经验或者知识来做出这一推论的？

预测 预测接下来会发生什么。你的预测是基于什么证据或者经验的？

分 类

你能想像在一个排列无序的图书馆里寻找一本书是怎样一种情形？恐怕你一整天时间都得花在找书上了。幸运的是，图书管理员会把相同主题或者同一个作者的书归类到一起。把某些特征相似的物体归类到一起的方法称为**分类(classify)**。你可以根据大小、形状、用途和其他一些重要特征来进行分类。

科学家们也像图书管理员一样，用分类的方法把信息或者事物有序地组织起来。对事物进行分门别类以后，它们互相之间的关系就变得清晰易懂了。



活动 根据你所选择的一种特征，把照片中的这些水果分成两类。然后再选择另一种特征，把它们分为三类。

建立模型



活动 这个学生在用模型来演示地球上的昼夜是怎样产生的。请问模型中的手电筒和网球分别代表什么？

你是否曾经用过画图的方法来帮助别人理解你所说的意思?这样的图画就是一种模型。模型是用来显示复杂事物或过程的表现手段。如图画、图表、计算机图像等。**建立模型(making model)**能帮助人们理解他们无法直接观察到的事物。

科学家们经常用模型来代表非常庞大或者极其微小的事物，比如太阳系中的行星、细胞的细微结构等。这些模型是物理模型——能直观反映真实物体形状的图画或三维结构。另外还有一些抽象模型——能描述事物活动规律的数学方程式或者描述性文字。

交 流

当你在打电话、写信或听老师讲课时，都是在进行交流。**交流(communicate)**就是与其他人交换看法、分享信息的过程。有效的交流需要许多技能，包括听说读写以及建立模型的能力。

科学家们通过交流来了解彼此的研究成果、信息和想法。他们经常通过科学期刊、电话、书信以及互联网络来交流他们的工作。他们还通过参加各种学术会议来交换看法。

活动 在一张纸上详细清楚地写下你系鞋带的各个步骤，然后与你的同学交换，再按照他写的步骤来系鞋带。你能按他的方法系好鞋带吗？如果要把步骤说明得更清楚些，你的搭档还应该再做哪些改动？



动手测量

当科学家们进行观察时，仅仅得出结论说某件东西“大”或者“重”是不够的。他们必须用工具来测量这个东西究竟有多大或多重。通过测量，科学家能把他们的观察结果表达得更为精确，在交流时就能给出更多的信息。

使用国际标准计量单位

全世界科学家通用的标准计量系统是**国际标准计量单位 (International System of Units，简称 SI)**。SI 的单位使用方便，因为它们都是十进制的。每一个单位都是它下一级单位的十倍，同时也是上一级单位的十分之一。右表中列出了 SI 单位最常用的一些前缀。

SI 单位的常用前缀

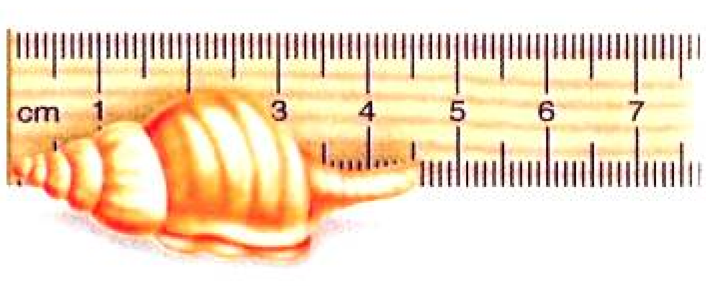
前缀	符号	含义
kilo-(千)	k	1 000
hecto-(百)	h	100
deka-(十)	da	10
deci-(分)	d	0.1(十分之一)
centi-(厘)	c	0.01(百分之一)
milli-(毫)	m	0.001(千分之一)

长度 衡量长度或者两点间距离的单位是**米(meter，简写m)**。1 米大约是从地板到门把手的距离。较长的距离(比如两个城市之间的距离)要用**千米(kilometer，即公里，简写km)**来衡量。较短的距离则用**厘米 (centimeter，简写cm)**或**毫米 (millimeter，简写mm)**。科学家通常用米尺来测量长度。

常用换算

1km = 1 000m
1m = 100cm
1m = 1 000mm
1cm = 10mm

活动 图中米尺上的长线表示厘米刻度，没有标数字的短线表示毫米刻度。这个贝壳有几厘米长？相当于几毫米？

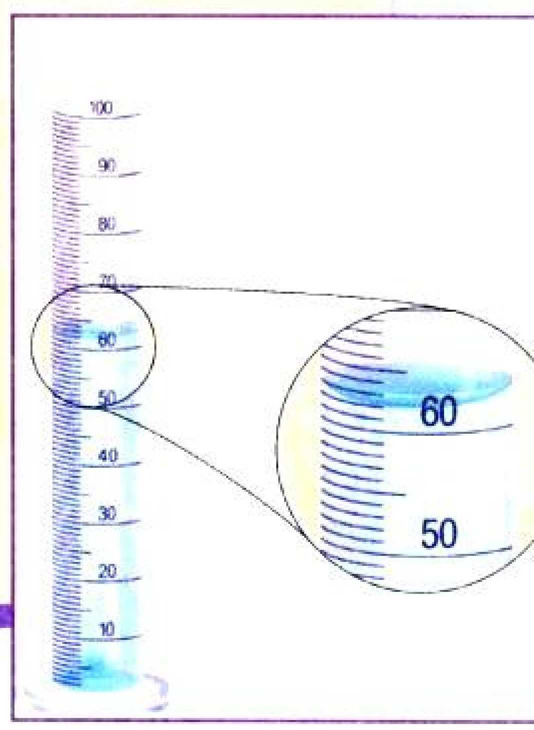


液体的体积 液体的体积，或者说液体所占空间的大小以升(liter，简写L)为单位。一升大概相当于一个中等盒装牛奶的大小。较小的体积往往以毫升(milliliter，简写mL)为单位。科学家通常用带有刻度的量筒来测量液体的体积。

常用换算

1L = 1 000mL

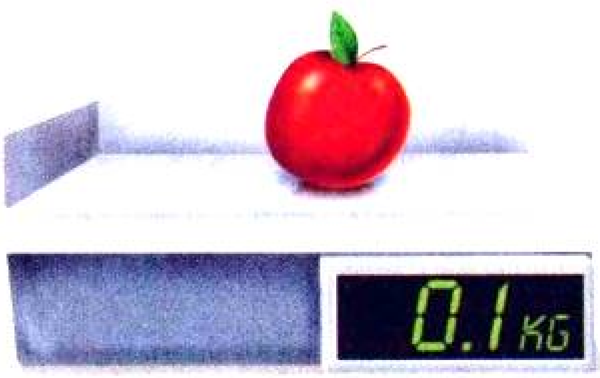
活动 图中的量筒以毫升为刻度。注意，量筒中的液面总会有一个弧度，因此又叫做凹面。测量体积时必须在凹面的最低点处读数。问这时量筒中水的体积是多少？



质量 测量质量(一个物体中物质的量),需要用到的单位是**克(gram**,简写**g)**。1克大约是一个回行针的质量。较大的质量要以**千克(kilogram**,简写**kg)**为单位。科学家通常用天平来测质量。

常用换算

1kg = 1 000g



活动

图中测量苹果质量的电子天平的单位是千克。请问这个苹果的质量是多少?假设制作一种苹果酱需要一千克苹果,那你大约会需要几只苹果?

温度 测量物体的温度需要用到**摄氏度(Celsius-scale)**。用摄氏温度计来测量物体温度就可以得到以摄氏度(℃)为单位的数值。水在0℃结冰,在100℃沸腾。



活动

图中液体的温度是几摄氏度?

SI单位的换算

使用SI单位必须懂得如何进行单位之间的换算,这需要用到**计算(calculating)**的技能。SI单位的换算与人民币元角分之间的换算是相似的,它们都以十进制为基础。

假设你要把80厘米换算成米,可以按照以下步骤进行换算。

1. 先写下要换算的测量数据——在本例中是80厘米。

2. 然后写出换算系数,代表要换算的两个单位之间的关系。在本例中,关系式为1米=100厘米。将换算系数用分式来表示,注意把要转换的单位(在本例中为厘米)写在分母上。

3. 把要换算的测量数据与这个分式相乘。这样,原来数据的单位就与分母上的单位相消。其结果的单位就变成你想要换算成的单位了(本例中为米)。

例:

80 厘米 = __?__ 米

$$80\ \text{厘米} \times \frac{1\ \text{米}}{100\ \text{厘米}} = \frac{80\ \text{米}}{100} = 0.8\ \text{米}$$

活动

换算下列单位

1. 600 毫米 = __?__ 米
2. 0.35 升 = __?__ 毫升
3. 1 050 克 = __?__ 千克

科学研究

从某种角度来说，科学家们就像侦探一样，把各种线索拼凑起来弄清事情的来龙去脉。他们收集线索的途径之一就是开展科学实验。实验能够审慎、有序地检验科学家的想法。虽然并不是所有的实验都遵循相同的步骤和顺序，但其基本模式大多与下列所描述的相近。

提出问题

实验是从提出一个科学问题开始的。科学问题是指能够通过收集数据而回答的问题。例如，“纯水和盐水哪一个结冰更快？”就是一个科学问题，因为你可以通过实验收集信息并给予解答。

提出假设

第二步是提出一个假设。假设是对实验结果的预测。和所有的预测一样，假设是建立在观察和以往的知识经验上的。但与许多预测不同的是，假设必须能够被检验。严格的假设应该采用“如果……，那么……”的句式。例如，“如果把盐加入纯水中，那么这水会需要更长的时间才能结冰”就是一个假设。这样的假设其实就是对你要进行的实验的一个粗略概括。



实验设计

接下来需要设计一个实验来检验你的假设。在计划中应该写明详细的实验步骤，以及在实验中要进行哪些观察和测量。

设计实验时涉及到两个很重要的步骤，就是控制变量和给出可操作定义。

控制变量 在一个设计良好的实验中，除了要观察的变量以外，其余变量都应始终保持相同。**变量(variable)**是指实验中可以变化的因子。其中人为改变的因子称为自变量又称**调节变量(manipulated variable)**。在这个实验中，往水里加盐的量就是调节变量。而其他的因子，比如水的量、起始的温度，都应保持不变。

随着调节变量变化而变化的因子称为**应变量(responding variable)**。应变量是为了得到实验结果而需要观察或测量的指标。这个实验中应变量就是水结冰所需要的时间。

除了一个因素以外，其余因素都保持不变的实验叫做**对照实验(controlled experiement)**。绝大多数对照实验都要设立对照，本实验中的容器3就是对照。由于容器3中的水没有加盐，因此就可以拿另外两个容器的结果和它作比较。两者结果之间的差别，都可以归结为是加入了盐的缘故。

操作性定义 设计实验的另一个重要方面就是要有清楚的操作性的定义。**操作性定义(operational definition)**是指一个说清楚某个变量该如何进行测量，或者某个术语该如何定义的陈述。例如本实验中，如何来确定水是否结冰呢？你可以在实验开始前向每个容器中插入一根搅拌棒。对于"结冰"的操作性定义就是搅拌棒不能再移动的时候。

实验步骤

1. 在三个相同的容器中分别加入300毫升冷自来水。
2. 容器1中加入10克盐，充分搅拌；容器2中加入20克盐，充分搅拌；容器3中不加盐。
3. 把三个容器同时放入冰箱。
4. 每隔15分钟检查一下容器，并记录你的观察结果。

分析数据

实验中得到的观察和测量结果称为数据。实验结束时要对数据进行分析，看看是否存在什么规律或趋势。如果能把数据整理成表格或者图表，常常能更清楚地看出它们的规律。然后要思考这些数据说明了什么。它们能不能支持你的假设？它们是否指出了你的实验中存在的缺陷？是否需要收集更多的数据？

得出结论

结论就是对实验研究发现的总结。在下结论的时候，你要确定收集的数据是否支持原先的假设。通常需要重复好几次实验才能得出最后的结论。但得出的结论往往会使你发现新的问题，并设计新的实验来寻求答案。

活动

球反弹的高度是不是会受它落下的高度的影响？请按上述所说的步骤，设计一个对照实验来研究这个问题。

理性思维

你的朋友是否曾经就某个问题来征求你的意见？如果是的话，你也许已经通过逻辑的方式来帮助他理解问题了。也许你自己并没有意识到，你这样做其实就是在用理性思维的技能在帮助朋友。理性思维是指在解决问题和做出判断时使用推理和逻辑。下面就来谈谈一些理性思维的技巧。

比较与对比

当你想要寻找两件事物的相同和不同之处时，就需要用到**比较(compare)**与**对比(contrast)**的技能。比较是指找出相似性，即共同特征。对比是指找出不同点。用这种方法来分析事物能帮助你发现一些平时容易忽略的细节。



活动 将照片中的两只动物进行比较与对比。先列出你观察到的所有相似之处，再列出所有不同之处。

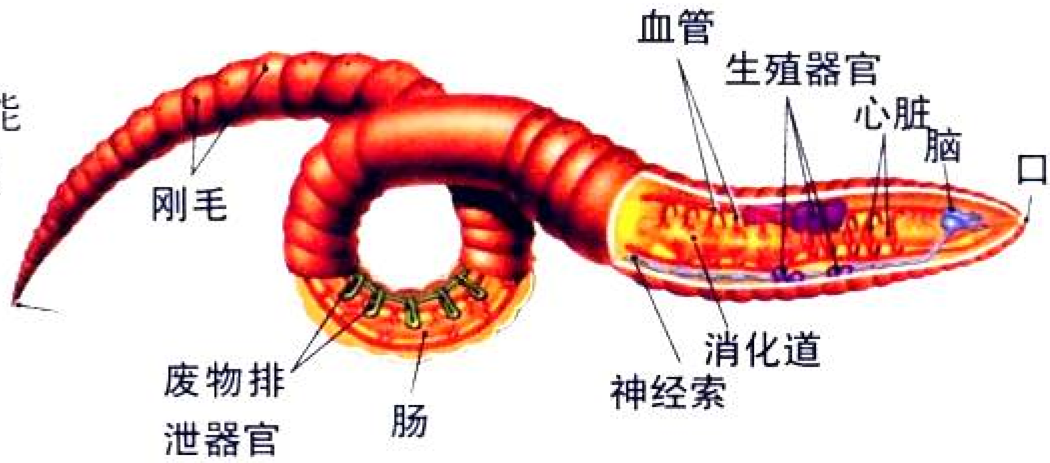
应用概念

应用概念(applying concept)技能就是要用有关某一情况的知识来理解另一种相似的情况。如果你能把原来的知识活用到另一种情况，这表明你已经真正理解了这个概念。在考试时，即使题目和原来课堂上讲的不完全一样，你也可以用这个技巧来应对自如。

活动 前面刚刚学过，如果把其他物质掺入水中，结冰就会需要更长的时间。请用这个原理来解释，为什么冬天人们要把一种称为"抗冻剂"的物质加入汽车散热器里。

理解图表

教科书中的图表、照片和地图能帮助你理解课文。这些插图形象地显示了某些过程、位置或者想法。**理解图表(interpreting illustration)**技能可以帮助你从这些视觉元素中学到知识。要理解一张插图，必须多花一些时间仔细看插图和附带的所有文字信息。插图的说明含有图中的重要概念。图注指出了图中的关键部分。而图例则说明了图中各种符号的含义。



▲ 蚯蚓的内部解剖结构

活动 仔细研究上图，然后写一段话来描述你从图中得到的信息。

因果推断

如果一个事件能导致另一个事件发生，那么就说这两者之间存在因果关系。**因果推断 (relating cause and effect)** 技能就是要判断两个事件之间是否存在因果关系。例如，如果你发现皮肤上起了一个红肿块并且发痒，你就可能推理出这是被蚊子叮咬的。蚊子叮咬是因，肿块是果。

但是有一点很重要——不能光凭两个事件一起发生，就判断它们之间存在因果关系。科学家会通过实验或者根据以往的经验，来判断因果关系是否存在。

活动 在野营时，你的手电筒突然不亮了。试列出手电筒失灵可能的原因。你怎样来判断是什么原因导致手电筒不亮的？

归 纳

归纳 (making generalization) 是指根据局部信息来推断总体信息的技能。要做出正确的归纳，从总体中选出的样本就必须足够大而且具有代表性。你在买葡萄时就可以试着使用归纳技能。先拿几颗葡萄来尝一尝，如果都很甜，就能归纳出所有的葡萄都是甜的——这时就可以放心地买上一大串了。

活动 有一组科学家要判断某个大水库里的水是否可以安全饮用。这时可以应用归纳法吗？他们应该做些什么？

做出判断

做出判断(making judgment)就是评估某件事情的好坏对错的技能。例如，在你决定吃健康食品或在公园里捡起一张废纸时，就用到了判断。做出判断前，需要全面地考虑到事情的正面与反面，并明确自己持有什么样的价值观和标准。

活动 你认为儿童或青少年骑自行车时是否应该带头盔？为什么？



解决问题

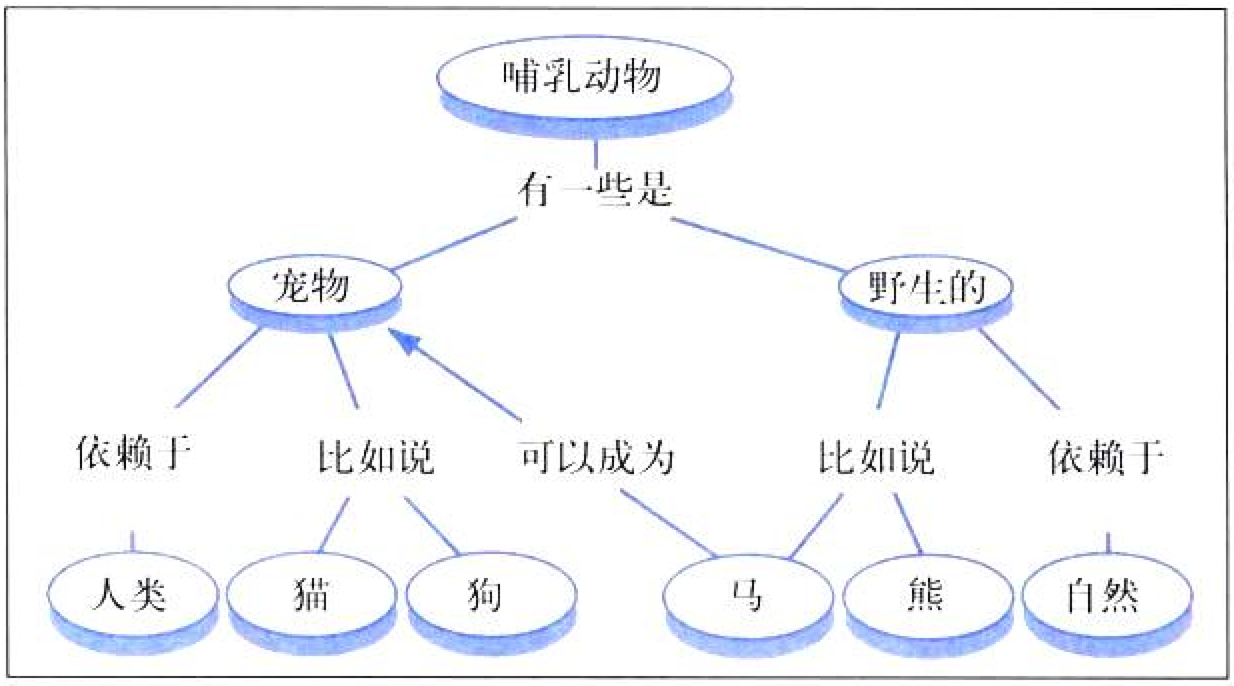
解决问题 (problem solving) 就是运用各种理性思维的技巧来解决事情或决定行动的技能。有一些问题简单而直接，比如把分数转化为小数。另一些问题更为复杂，比如弄清计算机为什么不能正常运行。解决某些问题可以用尝试法，即先尝试一种解决方案，如果不行，再试另一种。还有一些有用的解决策略，包括建立模型、和同伴一起商讨可行的办法等。

信息处理

在读这本书时，你怎么能够清楚地了解其中包含的全部信息呢？下面就介绍一些处理信息的实用工具。这是一些图表，它们能使你对某个主题产生一个形象的概念，并明了其中一些重要概念之间的关系。

概念图

概念图在对一些概念较多的主题进行整理时是十分有用的。它从总的概念出发，逐步展开，显示出大概念是如何被分解成一个个小概念的。这样整理之后，各个概念之间的关系就更清晰易懂了。



概念图是由写在圆圈中的概念(通常是名词)和连接它们的联系词构成的。最具概括性的概念常常位于图的顶端，越往下，概念的范围就越小。写在两个圆圈连线上的连接词通常用来描述两者之间的关系。一般要求在从上向下把概念——连接词——概念连起来时，读上去应该就像一句句子。

有些概念图还会用连接词来连接位于不同分支上的两个概念。这称为交叉连接。交叉连接显示了概念之间更为复杂的内在联系。

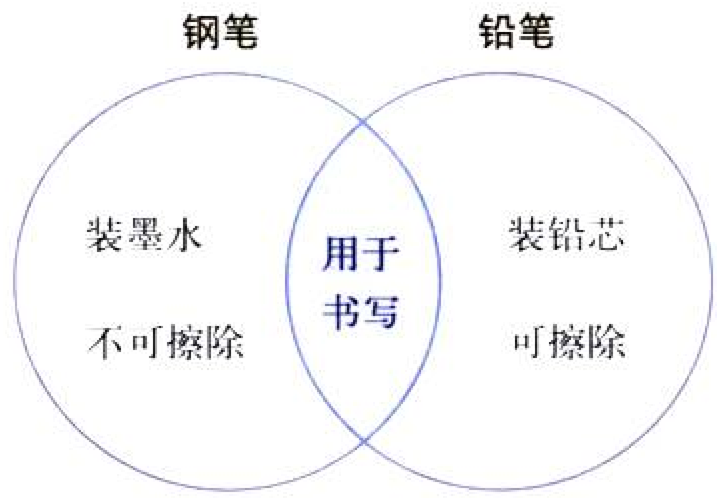
比较／对比表

比较／对比表是比较两种以上事物的异同点时很有用的工具。它能提供一个有序的框架，根据你所需要了解的特性对事物进行比较。

建立比较／对比表时，首先把要比较的事物列在表格的顶端。然后，把作比较所依据的特性列在左侧的一栏中。最后，把每件事物关于各个特性的信息填入相应的格子里。

特性	棒球	篮球
队员人数	9	5
场地	棒球场(正方形)	篮球场(长方形)
设施装备	球棒、棒球、棒球手套	篮球架、篮球

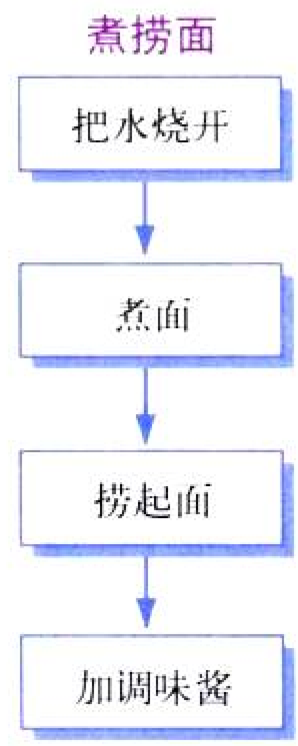
维恩图



维恩图是另一种用于显示事物异同点的方法。它由两个或两个以上互相部分重合的圆组成。每一个圆代表一个特定的概念或观点。概念之间的共同特征(相似点)写在两个圆重叠的区域内，独有的特征(不同点)则写在相应圆中重叠区域以外的部分。

建立维恩图时，首先画两个部分重合的圆。在每一个圆的上方注明它代表的事物。独有的特征写在重叠区以外，而共同的特征写在重叠区内。

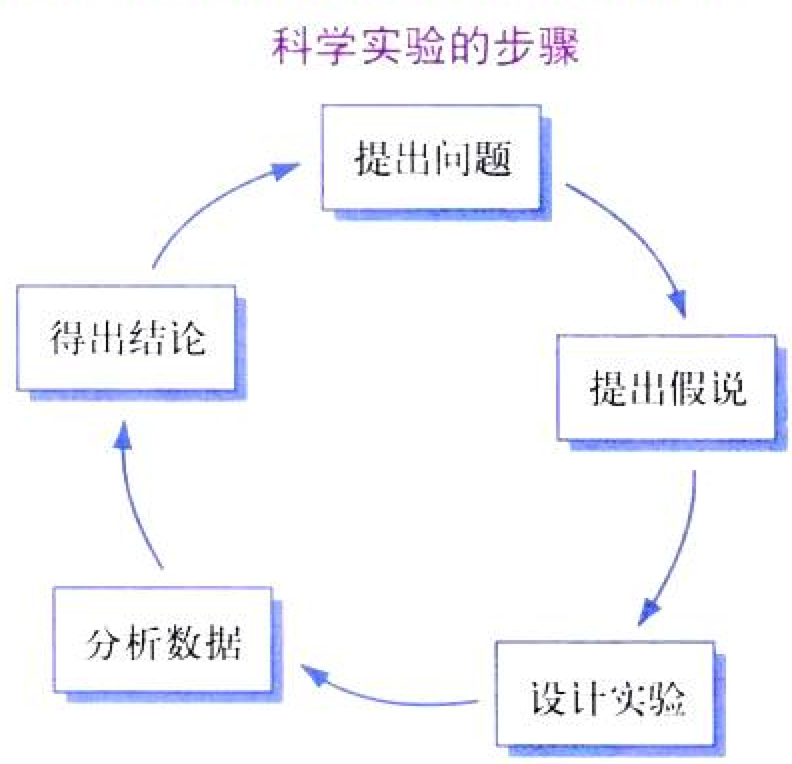
流程图



流程图能够帮助你理解某组事件是按照怎样的顺序发生的。它能有效地概括出某一过程的各个阶段，或某一程序的各个步骤。

建立流程图时，首先把每个事件简要地写在方框中。然后把最先发生的事件排在最上方，第二发生的事件排在其次，依此类推。最后，把各个事件依次用箭头连接起来。

循环图



循环图用来表示一系列连续循环发生的事件。连续就是指没有终点，因为当最后一个事件结束时，第一个事件又重新开始了。就像流程图一样，循环图也能帮你理解事件的先后顺序。

建立循环图时，首先把每个事件简要地写在方框中。把一个事件排在纸顶部的中间。然后，沿着一个假想圆圈的顺时针方向，按时间顺序依次排列各个事件。最后，把事件依次用箭头连起来形成一个连续的圆圈。

绘制图表

怎样才能使科学实验得到的数据变得有用？第一步就是要对数据进行整理，以便更好地理解它们的含义。图表就是这样一种有用的整理数据的工具。

记录表

在实验准备中，除了要收集好所需的材料以外，还必须设计好用什么方式来记录实验中将会发生的事情。创建一张记录表能帮助你有序地记录观察和测量结果。

例如，某位科学家要进行一项实验，来了解不同体重的人在做各种活动时会消耗多少热量。右边这张记录表就记录了他的结果。

30 分钟活动所消耗的热量(单位：焦)

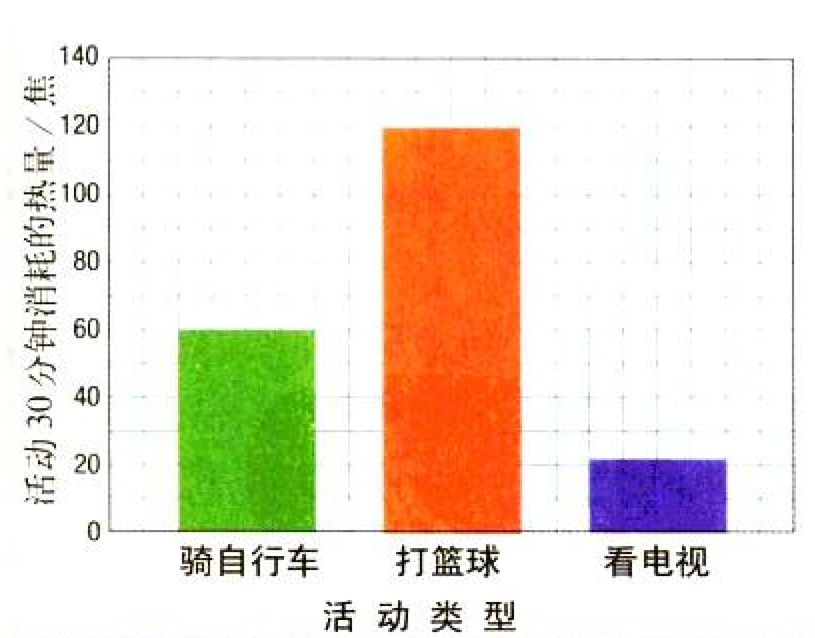
体重／千克	实验 1: 骑自行车	实验 2: 打篮球	实验 3: 看电视
30	252	504	88
40	323	689	113
50	399	865	139
60	479	1 042	160

注意在这张记录表中，第一列是调节变量(体重)，第二列至第四列分别是实验1到实验3的应变量(对于实验1，就是骑自行车时消耗的热量)。

柱形图

比较一个人在做不同活动时所消耗的热量差异可以用柱形图。柱形图用于显示一组不同项目的数据。在这个例子中，骑自行车、打篮球和看电视就是三个独立的项目。

30 千克体重的人做不同活动时所消耗的热量



建立柱形图时应遵循以下步骤：

1. 在作图纸上画一条水平线(x 轴)和一条垂直线(y 轴)。

2. 沿x轴列出要作图的各个项目的名称，然后写上x轴的总称。

3. 给y轴写上应变量的名称，并注明单位。然后在y轴上标出刻度，注意单位数值的间距要相同，y轴数值范围要能包含所有的实验数据。

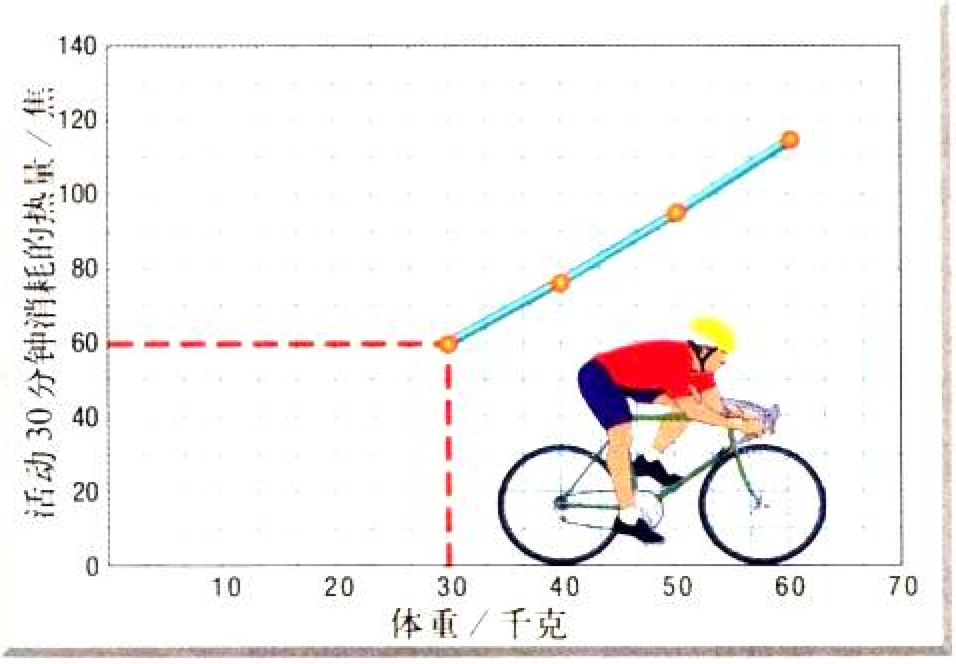
4. 给每一项画一个直条，以y轴上的刻度来决定所画直条的高度。例如，对骑自行车这项而言，就画一个和y轴上标有252焦刻度等高的直条。所有的直条宽度要相同，间距也要相等。

5. 最后给柱形图加上标题。

折线图

你可以用折线图来分析骑车时体重和消耗热量之间是否存在着联系。折线图能用来显示某一变量(应变量)是如何随着另一变量(调节变量)而变化的。当调节变量是连续性数据时，才能用折线图。所谓连续性数据，就是除了你所测量的点以外还存在其他的点。比如体重就是连续性数据，因为在30千克和40千克之间还有其他的体重值(如31千克)。还有时间也是连续性数据。

体重对骑自行车时热量消耗的影响



折线图是一种十分有用的工具，因为它还能用来预测一些实验中没有测量的数值。例如，可以用这张折线图来估计出，35千克重的人骑车时会消耗286焦的热量。

建立折线图时应该遵循以下步骤：

1. 在方格纸上画一条水平线(x轴)和一条垂直线(y轴)。

2. 给x轴标上调节变量的名称，给y轴标上应变量的名称，并分别注明单位。

3. 然后在两条轴上分别标出刻度，注意单位数值的间距要相同，数值范围要能包含所有的实验数据。

4. 把每一个数据在图中所对应的点标出来。上图中的虚线显示出第一个数据点(30千克和252焦)的定位方法。首先经过水平轴上30千克那一点画一条假想的垂直线，再经过垂直轴上252焦那一点画一条假想的水平线。两条线的交点就是要找的数据点。

5. 用实线连结各个数据点。在某些情况下，可能需要画一条能反映数据的总趋势的直线，这条线应处于所有点的中间，使线上下方的点大致相同。

6. 最后给折线图加一个合适的标题，说明图中的变量及其关系。

活动

根据记录表中实验2、3的结果各画一张折线图。

活动

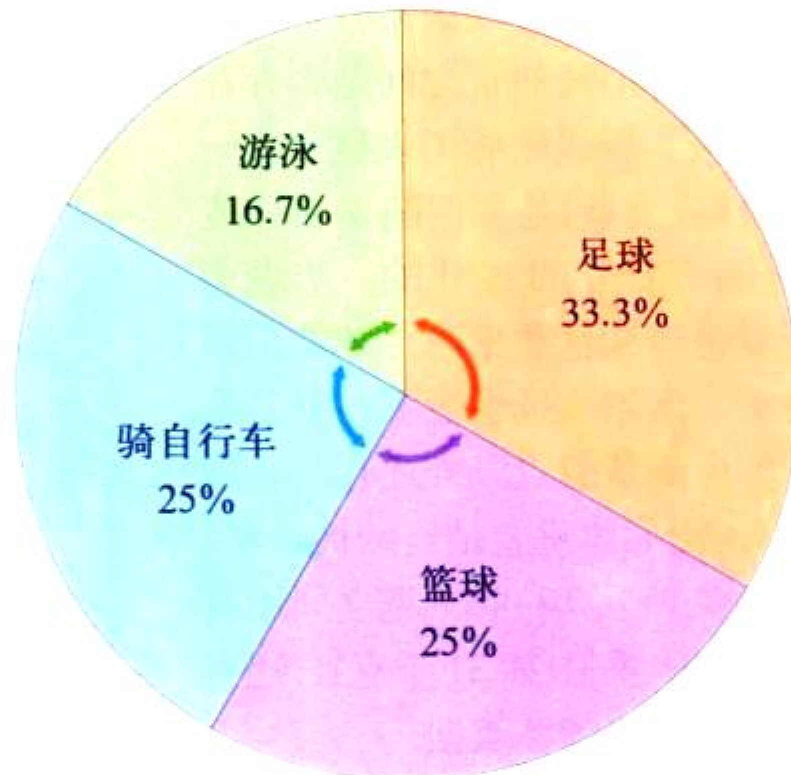
报纸上有这样的消息：本地区6月份的总降水量为4厘米，7月份为2.5厘米，8月份为1.5厘米。你认为该用哪种图表来显示这些数据？自己动手在作图纸上把它画出来。

扇形图

像柱形图一样，扇形图也用来表示一组不同项目的数据。但和柱形图不同的是，扇形图只在各个项目的数据总和等于某一整体时才能使用。扇形图有时候也被称为饼图，因为它看上去像一个分成若干小块的饼。圆圈代表了整体，而各个小块则代表不同的项目。每一块的大小能显示出这个项目在整体中所占的百分比。

下面的记录表显示了一次调查活动的统计结果。这次调研向24名青少年了解什么是他们最喜欢的运动，然后用得到的数据创建了右边的扇形图。

青少年喜爱的运动



最喜爱的运动

运动	人数
足球	8
篮球	6
骑自行车	6
游泳	4

制作扇形图时应该遵循以下步骤：

1. 用圆规画一个圆，并标出圆心。然后从圆心竖直向上到圆周画一条直线。

2. 用下面公式来计算每一块“饼”的圆心角度数 x（注：一个圆的圆心角度数是360）。例如，要算出“足球”这一块的圆心角可以用以下公式：

$$\frac{\text{喜欢足球的学生数}}{\text{学生总数}} = \frac{x}{\text{整个圆的圆心角度数}}$$

$$\frac{8}{24} = \frac{x}{360}$$

用交叉相乘法解出 x。

$$24x = 8 \times 360$$
$$x = 120$$

所以“足球”这一块的圆心角度是120度。

3. 以刚才画的线为角的一边，以圆心为角的顶点，用量角器量出第一块“饼”的角度。然后画出角的另一边。

4. 按照这一方法继续画出其他的几块饼，测量角度时都从上一块的边开始，这样可以避免各个小块互相重叠。最后完成扇形图时，整个圆都应该被填满。

5. 然后计算每一块占整体的百分比。计算时，把每一块的圆心角度数除以整个圆的圆心角度数(360)，再乘以100%，就得到你所要的百分数。例如“足球”这一块可以这样计算：

$$\frac{120}{360} \times 100\% = 33.3\%$$

6. 再给每一块涂上不同的颜色，并标出它所代表项目的名称和所占的百分比。

7. 最后给扇形图加上标题。

活动

假设一个班级有28个人，12人乘车上学，10人步行，另6人骑自行车。试创建一张扇形图来显示这些数据。

实验室安全守则

安全标志

这些实验室标志提醒你注意可能发生的危险，要求实验时注意安全。

护目镜 在进行使用化学药品、火焰、加热、可能有玻璃破碎的任何实验中，为保护眼睛，必须戴好护目镜。

实验服 穿好实验服，以防止皮肤和衣服受损。

易碎 实验中使用的仪器易碎，如玻璃容器、玻璃管、温度计和漏斗等。使用这些仪器时要小心，同时注意不能触摸玻璃的碎片。

隔热手套 用手拿高温材料时，应戴上防热手套或采取其他维护措施。热的盘子和玻璃器皿、热水可能会烫伤手。注意不要用手直接触摸烫的物体。

加热 用夹子或钳子夹取玻璃器皿加热。注意不要用手直接触摸烫的物体。

锋利的物体 剪刀、解剖刀、小刀、针、大头针或平头针都是非常锋利的。它们会划伤你的皮肤。不能把锋利的一边指向自己或别人。请严格按照说明使用这些锋利物品。

触电 避免触电的可能性。请不要在水池附近使用电气设备，也禁止在设备受潮或你双手潮湿的时候使用电气设备。确保电线不漏电，并且不会绊倒人。当设备暂不使用时，请切断电源。

腐蚀性化学药品 使用酸或其他腐蚀性化学药品时，应避免沾到你的皮肤、衣服或眼睛，也要避免吸入这类物质的蒸气。实验结束后要洗手。

有毒试剂 不要让任何有毒化学试剂与皮肤接触，也不要吸入有毒蒸气。实验结束时洗手。

身体安全 当实验涉及体力活动时，应采取预防措施避免伤害到自己和他人。实验过程中应按教师的指令操作。如果有某种原因不能参加这项实验，应告诉教师。

动物安全 谨慎对待动物，以免伤害到它们和自己。在用动物的躯体或冷藏动物做实验时也需小心。实验结束后洗手。

植物安全 在实验室或野外作业时，要按老师的要求触摸植物。若对某植物过敏，应在使用这些植物做实验前告知老师。请勿触摸有害植物，如有毒常春藤、有毒橡树、有毒漆树及带刺植物。实验完毕，请洗双手。

用火安全 做实验时，往往需使用实验炉、蜡烛和火柴等。因此应系好头发及衣物。严格按老师要求来点火和熄火。

禁火 如室内有易燃物品，则应禁止使用明火或其他裸露热源。

气体检测 若实验时产生有毒、难闻的气体，则应在通风处操作，以免吸入此类气体。只能在老师指导下去检测气味，可将气体扇至鼻处嗅闻。

遗留物品处理 实验中使用过的化学物品和其他实验材料需安全处理。要按老师的要求处理。

洗手 实验完毕，应彻底洗净双手。可用抗菌皂和温水洗。手心、手背和手指间都要涂上肥皂，然后冲洗干净。

安全警示 你以前可能看到过这个符号，它的意思是提醒注意，要求你按符号后面的要求去做。

在本书中，当要求你设计实验时，也常出现这个符号，这是要你必须先征得老师同意后，才能进行实验。

实验室安全守则

为了保证安全，请阅读以下安全规则。务必理解和遵照每一条规则。若有不明之处则应该请教老师。

穿戴规则

1. 为了保护眼睛，在使用化学试剂、煤气灯、玻璃器皿和其他所有可能会损伤眼睛的物品时，请戴好护目镜。如果你戴了隐形眼镜，请告知老师。
2. 使用腐蚀性化学试剂或其他易污染环境的物品时，必须穿上实验服。
3. 将长发扎好，以防碰到化学试剂、火焰和实验仪器设备。
4. 束好衣服摘下所有首饰，以免挂下来碰到化学试剂、火焰和实验设备。
5. 不准穿凉鞋或拖鞋进实验室。

一般注意事项

6. 实验前应通读几遍所有实验注意事项。遵照书面或口头的指导。若对实验有疑问，可请教老师。
7. 在老师指导下进行实验。经老师同意后，方能自己动手实验。未经允许，不要动任何实验仪器。
8. 未经允许，不得擅自做实验。
9. 禁止在实验室吃食物。
10. 任何时候都要保持实验台干净整齐。工作台上只能放课本、实验手册和实验记录本。其余物品，如钱包、背包等，应放在指定位置。
11. 严禁在实验室喧哗打闹。

急救须知

12. 无论事故大小伤害轻重，都应及时报告老师。一旦火灾，应立即报警。
13. 学会处理意外事件，如眼睛或皮肤溅到了酸，应该立即用大量的清水冲洗。
14. 弄清急救设备的位置，假如没有老师的指导，请勿擅自使用。因为一旦发生意外，老师要使用这些设备。
15. 要知道消防设备如灭火器、沙筒的摆放位置及使用方法。
16. 要知道附近的电话和一旦出现紧急情况时跟谁联系。

加热与用火安全

17. 使用热源如蜡烛、煤气灯和电热板，必须戴上护目镜。
18. 未经允许，不要加热任何东西。某些化学物质在冷的时候是无害的，但加热时可能会有危险。
19. 易燃物品应远离火源。不要在易燃物品附近用火。
20. 取用物品时不要经过火焰上方。
21. 使用实验室煤气灯前，应清楚正确的使用方式，按照教师的演示去做。不要触摸煤气灯，以免灼伤。不要让煤气灯在无人看管的情况下燃烧。
22. 化学药品在加热时可能会冲出试管，所以在用试管加热物质时，不要将试管口朝向自己或他人。
23. 不要在密闭容器中加热液体，这样可能会发生爆炸。
24. 想拿一个刚加热过的容器时，应先用手背在容器的附近试一试。若感到手背发烫，请先戴上隔热手套。

化学试剂使用准则

25. 不要因为好玩，而将化学试剂随意混合，这样可能会产生危险的爆炸性物质。

26. 不要将脸靠近盛有化学试剂的容器口。未经教师演示，不要触摸、品尝、闻化学试剂。许多化学试剂是有毒的。

27. 只许使用实验中需要的化学试剂。在取用化学试剂时要看清楚试剂瓶上的标签。用多少取多少。取用完毕，盖上试剂瓶。

28. 在教师指导下使用化学试剂。为避免污染，不要将取出的试剂倒回原试剂瓶。不要将未经处理的化学试剂倒入阴沟或废物桶。

29. 取用酸、碱要格外小心。在阴沟或废物桶上部倒化学试剂，而不要在工作台面上操作。

30. 闻化学物质气味时，要用轻扇法，不要直接吸入蒸气。

31. 当混合酸和水时，应先将水倒入容器，然后加入酸，而不要将水加入酸中。

32. 不能将化学试剂溅到容器外。一旦溅出，立即用大量的水清洗桌面和皮肤，同时告诉教师。

玻璃器皿使用准则

33. 不要用力将玻璃管或温度计插入橡皮塞或橡皮管。如果在实验中确需用到，请求老师帮助。

34. 如果使用实验室煤气灯，请加上石棉网。加热时，仪器外壁应保持干燥。

35. 加热过的玻璃看起来似乎是不烫的，但取用前还是要先试一试是否是热的，最好戴上手套。参见规则24。

36. 不要使用已破碎的玻璃器皿。如果玻璃器皿打破了，请及时通知老师，将已破器皿丢入指定的桶中。不要用手直接拿破损了的玻璃器皿。

37. 不要用实验室玻璃器皿饮水。

38. 存放玻璃器皿前要把它们洗干净。

锋利设备使用准则

39. 使用解剖刀等锋利仪器时要特别小心。切割物品时不要朝向自己，而要远离自己。

40. 在实验过程中若划伤了皮肤，要立即报告老师。

动物、植物安全

41. 不要做会引起哺乳动物、鸟类、爬行动物、鱼类或两栖类动物疼痛、不适或伤害的实验。家中和实验室均不能做此类实验。

42. 只有在非常必要时，才可做上述实验。请在教师的指导下使用教师带入课堂的动物。

43. 如果对某些植物、霉菌、动物过敏，请在做此类实验前告诉老师。

44. 在野外实验时，应穿上长裤、长袖、长袜和紧身衣服以保护皮肤。学会识别周围有毒的植物、菌类和有刺的植物，尽量避免与它们接触。

45. 不要吃不明植物和不明菌类。

46. 触摸动物或动物笼后要彻底清洗双手。完成有关动物、植物和土壤的实验后也要清洗双手。

实验清理规则

47. 实验结束后，清理实验桌，将实验仪器放回原处。

48. 在老师的指导下处理废液。

49. 每次实验结束后，必须清洗双手。

50. 煤气灯或电炉使用后应及时将它们关闭。拔掉电炉或其他电气设备的插头。如果使用过煤气灯，请检查煤气阀门是否关好。

实验室天平的使用

天平是科学研究的一种重要工具。在实验室可以利用天平称出要研究或实验的物质质量。

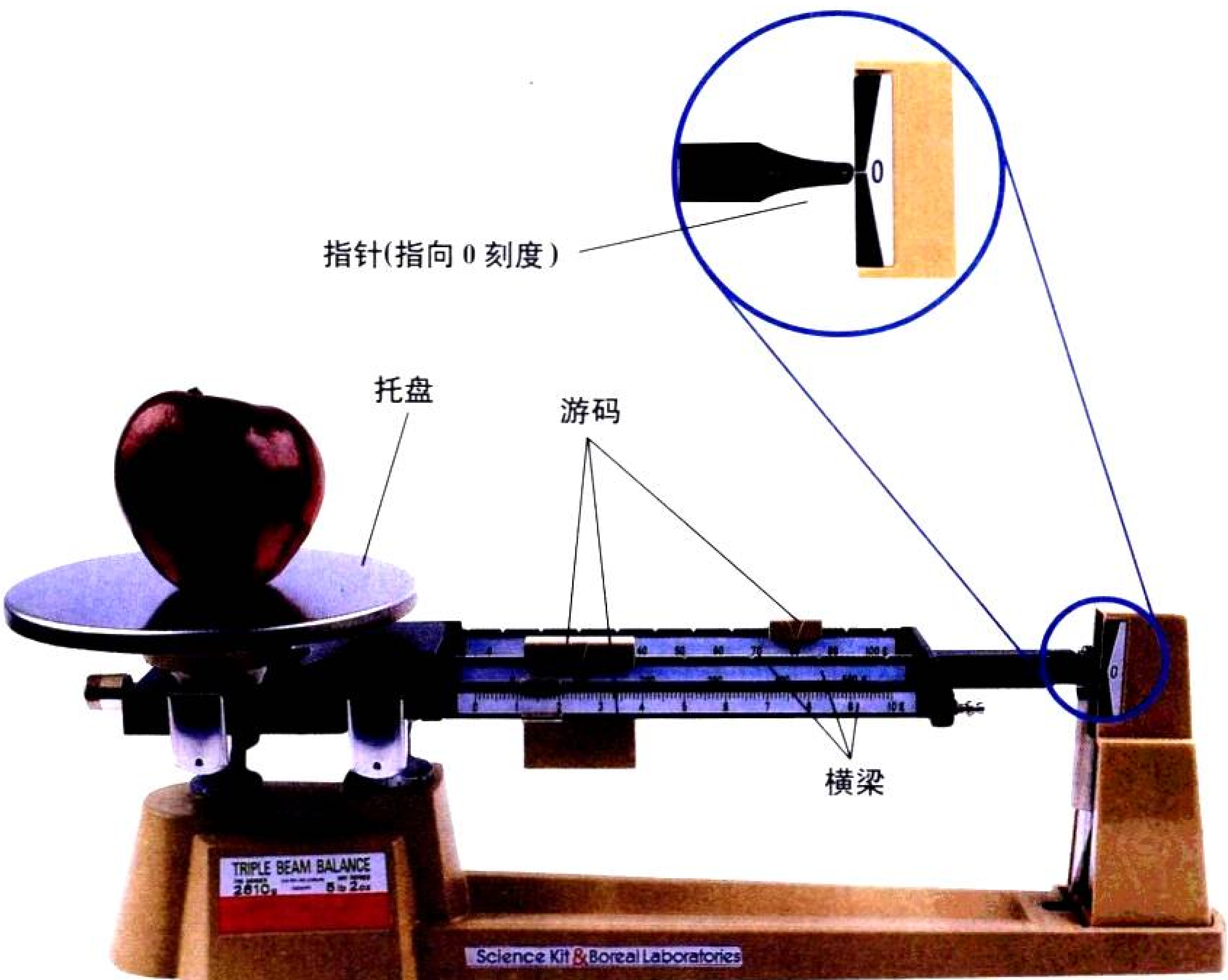
实验室中的天平有几种不同的类型。其中一种是三梁天平。一般科学课中使用的就是下面所介绍的天平。要正确使用天平,你应该了解所用天平各部位的名称、位置及功能。

三梁天平

三梁天平是以克为单位，有三根横梁的单盘天平。后排的100克横梁被划分成10份，每份为10克。中间500克横梁划分成5份，每份100克。前排的10克横梁被划分成10份，每份1克，每1克再进一步被划分成10份。请问，三梁天平的最大称重是多少克?

用三梁天平称一个物体的质量的步骤如下:

1. 把物体放在托盘上。
2. 移动中梁游码使水平指针位于0刻度以下，将游码拨回一格。
3. 移动后梁游码，使水平指针再次位于0刻度以下，将游码拨回一格。
4. 慢慢移动前梁游码，使水平指针停止在0刻度上。
5. 将三根横梁上的读数相加就是物体的质量。



三梁天平

化学元素表

名称	元素符号	原子序数	相对质子质量
氢	H	1	1.008
氦	He	2	4.003
锂	Li	3	6.941
铍	Be	4	9.012
硼	B	5	10.811
碳	C	6	12.011
氮	N	7	14.007
氧	O	8	15.999
氟	F	9	18.998
氖	Ne	10	20.180
钠	Na	11	22.990
镁	Mg	12	24.305
铝	Al	13	26.982
硅	Si	14	28.086
磷	P	15	30.974
硫	S	16	32.066
氯	Cl	17	35.453
氩	Ar	18	39.948
钾	K	19	39.098
钙	Ca	20	40.078
钪	Sc	21	44.956
钛	Ti	22	47.88
钒	V	23	50.942
铬	Cr	24	51.996
锰	Mn	25	54.938
铁	Fe	26	55.847
钴	Co	27	58.933
镍	Ni	28	58.69
铜	Cu	29	63.546
锌	Zn	30	65.39
镓	Ga	31	69.723
锗	Ge	32	72.61
砷	As	33	74.922
硒	Se	34	78.96
溴	Br	35	79.904
氪	Kr	36	83.80
铷	Rb	37	85.468
锶	Sr	38	87.62
钇	Y	39	88.906
锆	Zr	40	91.224
铌	Nb	41	92.906
钼	Mo	42	95.94
锝	Tc	43	(98)
钌	Ru	44	101.07
铑	Rh	45	102.906
钯	Pd	46	106.42
银	Ag	47	107.868
镉	Cd	48	112.411
铟	In	49	114.818
锡	Sn	50	118.710
锑	Sb	51	121.75
碲	Te	52	127.60
碘	I	53	126.904
氙	Xe	54	131.29
铯	Cs	55	132.905
钡	Ba	56	137.327

名称	元素符号	原子序数	相对质子质量
镧	La	57	138.906
铈	Ce	58	140.115
镨	Pr	59	140.908
钕	Nd	60	144.24
钷	Pm	61	(145)
钐	Sm	62	150.36
铕	Eu	63	151.965
钆	Gd	64	157.25
铽	Tb	65	158.925
镝	Dy	66	162.50
钬	Ho	67	164.930
铒	Er	68	167.26
铥	Tm	69	168.934
镱	Yb	70	173.04
镥	Lu	71	174.967
铪	Hf	72	178.49
钽	Ta	73	180.948
钨	W	74	183.85
铼	Re	75	186.207
锇	Os	76	190.23
铱	Ir	77	192.22
铂	Pt	78	195.08
金	Au	79	196.967
汞	Hg	80	200.59
铊	Tl	81	204.383
铅	Pb	82	207.2
铋	Bi	83	208.980
钋	Po	84	(209)
砹	At	85	(210)
氡	Rn	86	(222)
钫	Fr	87	(223)
镭	Ra	88	226
锕	Ac	89	227
钍	Th	90	232.038
镤	Pa	91	231.036
铀	U	92	238.029
镎	Np	93	237
钚	Pu	94	(244)
镅	Am	95	(243)
锔	Cm	96	(247)
锫	Bk	97	(247)
锎	Cf	98	(251)
锿	Es	99	(252)
镄	Fm	100	(257)
钔	Md	101	(258)
锘	No	102	(259)
铹	Lr	103	(260)
鈩	Rf	104	(261)
钳	Db	105	(262)
镭	Sg	106	(263)
铍	Bh	107	(264)
镙	Hs	108	(265)
鿏	Mt	109	(268)
Ununnilium	Uun	110	(269)
Unununium	Uun	111	(272)
Ununbium	Unb	112	(277)

元素周期表

原子序数	26
元素符号	Fe
元素名称	铁
原子质量	55.847

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1 H 氢 1.008								
2	3 Li 锂 6.941	4 Be 铍 9.012							
3	11 Na 钠 22.990	12 Mg 镁 24.305							
4	19 K 钾 39.098	20 Ca 钙 40.078	21 Sc 钪 44.956	22 Ti 钛 47.88	23 V 钒 50.942	24 Cr 铬 51.996	25 Mn 锰 54.938	26 Fe 铁 55.847	27 Co 钴 58.933
5	37 Rb 铷 85.468	38 Sr 锶 87.62	39 Y 钇 88.906	40 Zr 锆 91.224	41 Nb 铌 92.906	42 Mo 钼 95.94	43 Tc 锝 (98)	44 Ru 钌 101.07	45 Rh 铑 102.906
6	55 Cs 铯 132.905	56 Ba 钡 137.327	57 La 镧 138.906	72 Hf 铪 178.49	73 Ta 钽 180.948	74 W 钨 183.85	75 Re 铼 186.207	76 Os 锇 190.23	77 Ir 铱 192.22
7	87 Fr 钫 (223)	88 Ra 镭 (226)	89 Ac 锕 (227)	104 Rf 𬬻 (261)	105 Db 𬭊 (262)	106 Sg 𬭳 (263)	107 Bh 𬭛 (264)	108 Hs 𬭶 (265)	109 Mt 鿏 (268)

58 Ce 铈 140.115	59 Pr 镨 140.908	60 Nd 钕 144.24	61 Pm 钷 (145)	62 Sm 钐 150.36
90 Th 钍 232.038	91 Pa 镤 231.036	92 U 铀 238.029	93 Np 镎 (237)	94 Pu 钚 (244)

C 固体	金属
Br 液体	准金属
H 气体	非金属

10	11	12	13	14	15	16	17	18
								2 He 氦 4.003
			5 B 硼 10.811	6 C 碳 12.011	7 N 氮 14.007	8 O 氧 15.999	9 F 氟 18.998	10 Ne 氖 20.180
			13 Al 铝 26.982	14 Si 硅 28.086	15 P 磷 30.974	16 S 硫 32.066	17 Cl 氯 35.453	18 Ar 氩 39.948
28 Ni 镍 58.69	29 Cu 铜 63.546	30 Zn 锌 65.39	31 Ga 镓 69.723	32 Ge 锗 72.61	33 As 砷 74.922	34 Se 硒 78.96	35 Br 溴 79.904	36 Kr 氪 83.80
46 Pd 钯 106.42	47 Ag 银 107.868	48 Cd 镉 112.411	49 In 铟 114.818	50 Sn 锡 118.710	51 Sb 锑 121.75	52 Te 碲 127.60	53 I 碘 126.904	54 Xe 氙 131.29
78 Pt 铂 195.08	79 Au 金 196.967	80 Hg 汞 200.59	81 Tl 铊 204.383	82 Pb 铅 207.2	83 Bi 铋 208.980	84 Po 钋 (209)	85 At 砹 (210)	86 Rn 氡 (222)
110 Uun Ununnilium (269)	111 Uuu Unununium (272)	112 Uub Ununbium (277)						

63 Eu 铕 151.965	64 Gd 钆 157.25	65 Tb 铽 158.925	66 Dy 镝 162.50	67 Ho 钬 164.930	68 Er 铒 167.26	69 Tm 铥 168.934	70 Yb 镱 173.04	71 Lu 镥 174.967
95 Am 镅 (243)	96 Cm 锔 (247)	97 Bk 锫 (247)	98 Cf 锎 (251)	99 Es 锿 (252)	100 Fm 镄 (257)	101 Md 钔 (258)	102 No 锘 (259)	103 Lr 铹 (262)

索引

索 引

索引

致 谢

Illustration

Annie Bissett: 140, 141, 144, 145
Peter Brooks: 28, 36, 60, 70, 94, 102, 116, 134
Annette Cable: 10tl, 11tr
Andrea Golden: 10-11tm
Martucci Design: 57b, 58t, 59, 113tr, 158, 159, 160
Matt Mayerchak: 40, 108, 138, 156, 157
Morgan Cain & Associates: 23, 32,37, 45, 46, 48, 51, 52, 53, 54, 57t, 58b, 65, 79, 80-81, 82, 83, 86, 90, 91, 92, 97, 98, 99, 100, 101, 105, 106, 113tl, 113m, 113br, 114, 115, 131, 150, 151, 166-167
Ortelius Design Inc: 24-25
J/B Woolsey Associates: 154

Photography

Photo Research by Sue McDermott
Cover image G. Tomich/Photo Researchers

Nature of Science

Page 8t, Holt Studios International/Photo Researchers; **8b,** Andy Goodwin/ Discover Magazine; **9t,** Courtesy of Rathin Datta; **9b,** Martin Bond/SDL/Photo Researchers; **10,** Paul Conklin/PhotoEdit.

Chapter 1

Pages 12-13, Cameron Davidson/TSI; **14,** Russ Lappa; **15,** Fotolia; **16,** Jim Corwin/TSI; **17,** John M. Roberts/The Stock Market; **17 inset,** E.R. Degginger/ Animals Animals/Earth Scenes; **18,** Richard Haynes; **19l,** Mark E. Gibson/Visuals Unlimited; **19r,** Panorama Stock; **20t,** David D. Keaton/The Stock Market; **20ml,** Micheal Fogden/DRK Photo; **20mr,** Glenn M. Oliver/Visuals Unlimited; **20bl,** Richard Megna/Fundamental Photographs; **20bml,** Charles Gupton/TSI; **20bmr,** Goivaux Communication/Phototake; **20br,** Ken Lucas/Visuals Unlimited; **21,** Lawrence Migdale/TSI; **22t,** Richard Haynes; **22b,** Mark Thayer; **23l,** Russ Lappa; **23r,** Richard Haynes; **24t, 25t,** Corbis-Bettmann; **25b,** The Granger Collection, NY; **26,** Pal Hermansen/TSI; **29 both,** Public Domain; **30t,** Rich Treptow/Visuals Unlimited; **30b,** The Granger Collection, NY; **31,** Fotolia; **32,** Professor K. Seddon, Queen's University Belfast/Science Photo Library/Photo Researchers; **33,** Public domain; **34t,** Russ Lappa; **34b,** Corbis-Bettmann; **35t,** Helga Lade/Peter Arnold; **35bl,** E.R. Degginger/Animals Animals/Earth Scenes; **35br,** Charles D. Winters/Photo Researchers; **36,** Aron Haupt/ David R. Frazier Photo Library; **38,** Heine Schneebeli/Science Photo Library/Photo Researchers; **39l,** Corbis-Bettmann; **39r,** Helga Lade/Peter Arnold.

Chapter 2

Pages 42-43, Milton Rand/Tom Stack & Associates; **44t,** Richard Haynes; **44b,** Shambroom/Photo Researchers; **45,** Darryl Torckler/TSI; **46t,** Superstock; **46b,** Russ Lapaa; **47,** Shutterstock; **48,** Tomas Muscionoco/The Stock Market; **49,** A. Ramey/Stock Boston; **50,** Shutterstock; **51,52,** Richard Haynes; **53,** Dreamstime; **55l,** Michelle Bridwell/PhotoEdit; **55r,** Rudi Von Briel/PhotoEdit; **60,** Russ Lappa; **61,** Richard Haynes; **62 both,** Russ Lappa; **63l,** Doug Martin/ Photo Researchers; **63r,** Tony Freeman/PhotoEdit; **64,** Granger Collection, NY; **65t,** Larry Leffer/Grant Heilman photography; **65b,** Martin Dohrn/Science Photo Library/Photo Researchers; **66t,** Richard Haynes; **66b,** Charles D. Winters/Photo Researchers; **68l,** Steve Taylor/TSI;**68r,** Dollarhide/Monkmeyer; **69,** David Young Wolff/TSI; **70,** Russ Lappa; **71,** Darryl Torckler/TSI.

Chapter 3

Pages 74-75, Roy King/Superstock; **76 both,** Russ Lappa; **77t,** Shutterstock; **77 inset,** Peter L. Chapman/Stock Boston; **77b,** Russ Lappa; **78 both,** The Granger Collection, NY; **83,** Russ Lappa; **84t,** The Granger Collection, NY; **84b,** Fotolia; **85t,** Alexander Tsiaras/Stock Boston; **85b,** AIP Emilio Segre Visual Archives; **87,** Nubar Alexanian/Stock Boston; **88tl,** Russ Lappa; **88tr,** Stephen Frisch/Stock Boston; **88m,** Russ Lappa; **88b,** Charles D. Winters/Photo Reseachers; **89,** Dreamstime; **90l,** Dreamstime; **90r,** iStockphoto; **91,** Russ Lappa; **92,** Dreamstime; **93,** Bob Daemmrich/Stock Boston; **94,** Russ Lappa; **95 both,** Richard Haynes; **96,** Tom Brakefield/The Stock Market; **97,** Lawrence Migdale/Science Source/Photo Researchers; **98l,** Dreamstime; **98r,** Dreamstime; **99,** Dreamstime; **100t,** Michael Dalton/Fundamental Photographs; **100b,** Stephen Frisch/Stock Boston; **101,** Dreamstime; **103,** Francois Gohier/Photo Researchers; **104,** David Nunuk/Science Photo Library/ Photo Researchers; **105,** NASA; **106,** Space Telescope Science Institute; **107,** Novovitch/Liaison International.

Chapter 4

Pages 110-111, Dreamstime; **112,** Vision Agenzia Fotografica/Photo Researchers, Inc; **114t,** Martin Rogers/TSI; **114b,** Russ Lappa; **115t,** Richard Pasley/Stock Boston; **115b, 116,** Russ Lappa; **117t,** Richard Haynes; **117b,** Bob Daemmrich/Stock Boston; **118l,** Frank Oberle/TSI; **118m,** Willian Taufic/ The Stock Market; **118r,** Jeffery Mark Dunn/The Stock Market; **119,** Fotolia; **120,** David J. Sams/Stock Boston; **121l,** Russ Lappa; **121r,** Novosti/Photo Researchers; **122,** istockphoto; **123t,** R.J.Erwin/Photo Researchers; **123b, 124l,** Russ Lappa; **124r,** Daniel McDonald/Stock Boston; **125t,** Russ Lappa; **125b,** Kenneth Chen/Envision; **126,** Tony Freeman/PhotoEdit; **127, 128 both, 129, 130tl,tr** Dreamstime; **130b,** Corbis; **132l,** Dreamstime; **132r,** David Parker/Science Photo Library/Photo Researchers; **133, 134,** Russ Lappa; **135,** Richard Haynes; **136,** Mike Mazzaschi/Stock Boston; **137t,** Richard Pasley/ Stock Boston; **137r,** David Parker/Science Photo Library/Photo Researchers.

Interdisciplinary Exploration

Page 144t, Peter Johansky/Envision; **144b,** Lawrence Migdale/TSI; **145t,** Russa Lappa; **145m,** Bill Aron/TSI; **145b,** Steve Needham/Envision; **146t,** Tony Freeman/Photo Edit; **146-147,** Paul Chesley/TSI; **147t,** Russa Lappa.

Skills Handbook

Page 148, Mike Moreland/Photo Network; **149t,** Foodpix; **149m,** Richard Haynes; **149b,** Russa Lappa; **152,** Richard Haynes; **154,** Ron Kimball; **155,** Renee Lynn/Photo Researchers.

浙江省版权局著作权合同登记号：图字 11-2002-73 号